

---

# **PERINNEKYLIEN EKOLOGINEN KESTÄVYYS**

Esiselvitys Kylä 2020 -hankkeelle



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Forssa, syksy 2015

Siru Perälä



FORSSA

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

**Tekijä**

Siru Perälä

**Vuosi** 2015

**Työn nimi**

Perinnekylien ekologinen kestävyys - Esiselvitys Kylä 2020 -hankkeelle

TIIVISTELMÄ

Rakennussektorin hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on arvioiden mukaan yksi kustannustehokkaimmista tavoista hillitä ilmastonmuutosta. Noin 40 prosenttia Euroopan kokonaisenergian kulutuksesta ja kolmannes Euroopan hiilidioksidipäästöistä liittyy rakennustoimintaan. Nykyinen lainsäädäntö korostaa energiatehokkuutta eli rakennuksen käyttövaihetta, eikä ota huomioon rakennuksen koko elinkaarta ja sen aikaisia päästöjä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Stundarsin ja Kitinojan perinnekylien sekä puurakennusten ekologisuutta ja vertailla eri lämmöntuotanto- ja jätevedenpuhdistusmenetelmien sopivuutta perinnekyliä. Opinnäytetyössä esitetään toimenpide-ehdotuksia suunnitteilla olevalle Sipoon perinnekyliä. Työn toimeksiantaja oli Talonpoikauskulttuurisäätiö. Työ tehtiin Kylä 2020 -hankkeelle, jonka tavoitteena on luoda ja monistaa toimintamalli suomalaisesta kylästä, joka on sekä ekologisesti että esteettisesti kestävä.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tutkittiin asumisen, rakentamisen sekä rakennusten ympäristövaikutuksia ja perehdyttiin yhdyskuntarakenteeseen ja sen merkitykseen ekologisesti kestävässä yhteiskunnassa. Metatutkimuksella koottiin tietoa puurakennusten ekologisuudesta ja tutkittiin siirrettyjen hirsirakennusten energia- ja materiaalitehokkuutta. Kitinojan ja Stundarsin perinnekylien ekologisuutta tutkittiin haastattelujen ja havainnoinnin avulla, ja vertailut lämmöntuotantotavan ja jätevesien puhdistusmenetelmän valitsemiseksi tehtiin analyyttisellä hierarkiaprozessilla.

Tutkimus osoitti, että perinnekyliä luovat parhaimmillaan erinomaiset edellytykset ekologiselle elämälle. Energiantuotanto, jätevedenpuhdistus sekä osa jätehuollosta voidaan kaupunkiympäristöstä poiketen järjestää paikallisesti ja ekologisesti. Sipoon perinnekyliä toimenpide-ehdotuksina annettiin lämmöntuotanto kiinteistökohtaisella maalämmöllä ja jätevesien puhdistus alueellisessa puhdistamossa. Lisäksi ehdotettiin vähävetisten tai kuivakäymälöiden käyttöönoton harkitsemista sekä alueellista jätteenkeräystä kiinteistökohtaisen sijaan.

**Avainsanat** Siirretyt hirsirakennukset, perinnekyliä, ekologinen kestävyys, puurakennukset

**Sivut**

63 s. + liitteet 7 s.

Forssa  
Degree Programme in Sustainable Development

---

<b>Author</b>	Siru Perälä	<b>Year</b> 2015
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Ecological sustainability of traditional villages – Pre-study to Kylä 2020 -project	

---

ABSTRACT

Reducing the carbon dioxide emissions of the building sector is estimated to be one of the most cost-effective ways to mitigate climate change. Approximately 40 percent of Europe's total energy consumption and a third of Europe's carbon dioxide emissions are related to building activities.

The objective of this thesis was to study the ecological sustainability of the traditional villages in Stundars and Kitinoja, to study the ecological sustainability of wooden buildings and to compare different options to produce heat and to purify waste water, and thus decide which option would be the most convenient for a traditional village. Proposals for action are done to the traditional village which is planned to be established in Sipoo. The client of the thesis was Talonpoikaikulttuurisäätiö. The thesis was made to Kylä 2020 –project, the goal of which is to create an operations model of a Finnish village that is both ecologically and aesthetically sustainable.

In the theory section of the thesis the environmental impacts of living, building and buildings as well as urban structure and its significance to ecologically sustainable life were researched. Ecological sustainability of wooden buildings was studied by meta research. Also the energy and material efficiency of moved and reused log houses was studied. The ecological sustainability of traditional villages in Kitinoja and Stundars was researched by interviews and observation. The comparisons in the production of heat and the purification of waste water were made by analytical hierarchy process.

The research proved that traditional villages create excellent conditions to live an ecologically sustainable life. The production of heat, purification of waste water and part of the waste management can be arranged locally and ecologically unlike in an urban environment. The proposals of action to the traditional village of Sipoo were to produce the villages' heat by individual geothermal heat and to purify the waste water in a regional purification plant. The use of low water consumption toilets and dry toilets was suggested, as well as regional waste collection instead of individual.

**Keywords** Moved log houses, traditional villages, ecological sustainability, wooden buildings

**Pages** 63 p. + appendices 7 p.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KESTÄVÄ KEHITYS .....	2
2.1	Maailmanlaajuinen kestävä kehitys .....	2
2.2	Kansallinen kestävä kehitys .....	3
2.3	Paikallinen kestävä kehitys .....	3
3	YHDYSKUNTARAKENNE JA ASUMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	4
4	RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	8
5	PUURAKENNUSTEN EKOLOGISUUS.....	14
6	HIRSIRAKENTAMINEN JA SIIRRETYT HIRSIRAKENNUKSET .....	21
6.1	Energiatehokkuus .....	24
6.2	Materiaalitehokkuus .....	25
7	TAPAUSTUTKIMUS KITINOJAN JA STUNDARSIN PERINNEKYLISTÄ .....	27
7.1	Kitinoja.....	27
7.1.1	Perinnekylän ekologisuus .....	30
7.1.2	Energia.....	31
7.1.3	Jäte ja jätevesi .....	32
7.2	Stundars .....	33
7.2.1	Perinnekylän ekologisuus .....	35
7.2.2	Energia.....	36
7.2.3	Jäte ja jätevesi .....	37
7.3	Yhteenveto Kitinojan ja Stundarsin perinnekyläen ekologisuudesta.....	38
8	SIPOON PILOTTIKYLÄ.....	39
9	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA AHP:N AVULLA.....	44
9.1	Päälämmitysjärjestelmän valinta.....	44
9.2	Tukilämmitysjärjestelmän valinta .....	49
10	JÄTEVEDEN KÄSITTELYTAVAN VALINTA AHP:N AVULLA .....	52
11	JÄTEHUOLTO JA KIEROTALOUS PILOTTIKYLÄSSÄ.....	56
12	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET SIPOON PILOTTIKYLÄLLE .....	58
13	POHDINTA.....	62
	LÄHTEET .....	64

- 
- Liite 1      Analyttisessä hierarkiaprosessissa käytetyt tiedot päälämmitysjärjestelmän valinnassa
- Liite 2      Analyttisessä hierarkiaprosessissa käytetyt tiedot tukilämmitysjärjestelmän valinnassa
- Liite 3      Analyttisessä hierarkiaprosessissa käytetyt tiedot jätevedenpuhdistusmenetelmän valinnassa

## 1 JOHDANTO

Kasvihuonekaasujen määrän lisääntyminen ilmakehässä ihmiskunnan toimien vuoksi on ilmastomuutoksen pääsyy. Ellei päästöjen määrää saada mahdollisimman pian alenemaan, kasvihuoneilmiön voimistuminen voi nostaa maapallon keskilämpötilaa vuosisadan loppuun mennessä arviosta riippuen noin 2–6 asteella. Ilmastomuutos aiheuttaa muun muassa jäätiköiden sulamista, merenpinnan nousua, sademäärien lisääntymistä yhtäällä ja vähentymistä toisaalla sekä sään ääri-ilmiöitä. Nämä taas vaikuttavat välillisesti nisäkäs-, lintu- ja eliölajien elämisen mahdollisuuksiin.

Kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa tavoitteeksi on asetettu, että maapallon keskilämpötilan nousu tulisi rajoittaa kahteen asteeseen verrattuna esiteolliseen aikaan. Arvioiden mukaan kehittyneiden maiden tulisi vähentää päästöjään noin 25–40 prosentilla verrattuna vuoden 1990 tasoon vuoteen 2020 mennessä, jotta tavoite toteutuisi. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013, 22.) Arviolta noin 40 prosenttia Euroopan kokonaisenergian kulutuksesta ja kolmannes Euroopan hiilidioksidipäästöistä liittyy rakennuksiin. Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) on arvioinut rakennussektorin olevan yksi kustannustehokkaimmista aloista, joilla vähentää päästöjä merkittävästi. Rakennusten energia- ja materiaalihokkuuteen onkin Euroopan unionissa alettu kiinnittää huomiota ja säästöksiä tiukennetaan jatkuvasti. Alati tiukentuvat vaatimukset esimerkiksi energiatehokkuudessa luovat kuitenkin uhan perinteiselle suomalaiselle hirsirakentamiselle. Pelkän energiankulutuksen ja käytön aikaisten hiilidioksidipäästöjen sijaan huomiota tulisi kiinnittää laajemmin koko elinkaaren aikaisiin hiilidioksidipäästöihin.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan perinteisistä hirsirakennuksista koostuvien perinnekylien ekologisuutta, puurakennusten ja rakennusten uudelleenkäytön ekologisuutta sekä selvitetään analyyttisellä hierarkiaprozessilla perinnekylälle järkevin tapa järjestää lämmöntuotanto sekä jätevedenpuhdistus. Suunnitteilla olevalle Sipoon perinnekylälle annetaan toimenpide-ehdotukset lämmöntuotannossa, jätevedenpuhdistuksessa sekä jätehuollossa.

Työn toimeksiantaja on Talonpoikaiskulttuurisäätiö, joka toimii elävän maaseutukulttuurin hyväksi sekä vaalii perinteitä ja luo uutta talonpoikaiskulttuuria. Opinnäytetyö tehdään säätiön Kylä 2020 -hankkeelle, jonka tavoitteena on luoda toimintamalli suomalaisesta kylästä, joka on sekä ekologisesti että esteettisesti kestävä. Käytännössä tämä tarkoittaa taajamien reuna-alueille syntyvää, väljään ja joustavaan kaavoitukseen perustuvaa puurakenteista kyläyhteisöä. Hankkeen tavoitteena on luoda perinteisistä hirsirakennuksista koostuva kylä Sipoon Talmaan.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa määritellään kestävä kehitys ja paneudutaan asumisen, rakentamisen sekä rakennusten ekologisuuteen ja yhdyskuntarakenteen merkitykseen ekologisessa yhteiskunnassa. Rakentamisen ja rakennusten ekologisuudessa perehdytään tarkemmin siirrettyjen hirsirakennusten energia- ja materiaalihokkuuteen. Tutkimusosiossa tutkittiin Kitin-

ojan ja Stundarsin perinnekylä haastattelujen ja havainnoinnin avulla, puurakennusten ekologisuutta tutkittiin meta- eli kokoomatutkimuksella ja eri lämmöntuotanto- sekä jätevedenpuhdistustapoja vertailtiin analyttisellä hierarkiaprozessilla.

## 2 KESTÄVÄ KEHITYS

Kestävä kehitys on jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka tavoitteena on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet (Ympäristöministeriö 2013a). Kestävän kehityksen katsotaan usein koostuvan kolmesta eri ulottuvuudesta: ekologisesta, taloudellisesta ja sosiaalisesta kestävydestä.

Ympäristöministeriön (2013a) mukaan ekologisella kestävyydellä tarkoitetaan biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien toimivuuden säilyttämistä sekä ihmisen toiminnan sopeuttamista luonnon kestokykyyn. Taloudellinen kestävyys taas on tasapainoista kasvua, joka ei pitkällä aikavälillä perustu velkaantumiseen tai luonnonvarojen hävittämiseen. Kestävä talous luo edellytykset yhteiskunnan keskeisille toiminnoille ja helpottaa kohtaamaan haasteita, kuten väestön ikääntymisestä aiheutuvia kasvavia sosiaaliturva- ja terveystenonja. Se on myös sosiaalisen kestävyden perusta.

Sosiaalisen kestävyden tavoitteena on taata hyvinvoinnin edellytysten siirtyminen sukupolvelta toiselle. Merkittäviä maailmanlaajuisia sosiaalisen kestävyden haasteita ovat väestönkasvu, köyhyys, ruoka- ja terveydenhuolto sekä sukupuolten välinen tasa-arvo. (Ympäristöministeriö 2013a.) Sosiaaliseen kestävyteen kuuluu merkittävänä osana kulttuurinen kestävyys. Sen tavoitteena on vahvistaa kulttuuri-identiteettiä ja lisätä erilaisten kulttuurien tuntemusta ja arvostusta. Kulttuurisesti kestävä kehitys edistää ihmisten hyvinvointia ja mahdollistaa eri kulttuurien säilymisen ja kehittymisen. (Suomen YK-liitto n.d.a.)

### 2.1 Maailmanlaajuinen kestävä kehitys

Kestävä kehitys käsitteenä esiteltiin ensimmäistä kertaa niin sanotussa Brundtlandin komission raportissa vuonna 1987. Yhdistyneiden kansakuntien (YK) silloinen pääsihteeri Javier Perez Cuellar nimitti Norjan entisen pääministerin Gro Harlem Brundtlandin johtamaan komissiota, jonka tehtävänä oli käsitellä ihmiskunnan kulutuksen ja käytössä olevien luonnonvarojen välillä olevaa eroa. Komission loppuraportissa määriteltiin ensi kertaa kestävä kehitys ja sen eri ulottuvuudet.

Poliittisesti maailmanlaajuisen kestävan kehityksen edistämisen katsotaan kuitenkin alkaneen vasta vuonna 1992, jolloin YK kutsui kaikki jäsenmaansa ympäristö- ja kehitysaiheiseen konferenssiin Rio de Janeiroon. Konferenssissa sovittiin, että ihmiskunnan taloudellinen ja sosiaalinen kehitys sovitetaan luonnonvarojen määräämiin puitteisiin. Ajatuksena oli luonnonvarojen ja luonnon monimuotoisuuden sekä inhimillisen kehityksen edellytysten säilyttäminen tuleville sukupolville. (Suomen YK-liitto 2015.) Rio de Janeiron kokouksessa hyväksyttiin muun muassa Agenda 21

-toimintasuunnitelma, jonka päämääränä on maailmanlaajuinen kestävä kehitys (UNRIC n.d.). Lisäksi kokouksessa allekirjoitettiin ilmastopöytäkirja (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), jonka tavoitteena on vakiinnuttaa kasvihuonekaasupäästöjen pitoisuus ilmakehässä tasolle, joka estää ihmiskunnan vaarallisen vaikutuksen ilmastoon (Ilmasto.org n.d.). Rio de Janeirossa allekirjoitettua ilmastopöytäkirjasta täsmentämään luotiin Kiotoon sopimus, joka astui voimaan 16. helmikuuta 2005. Sopimus asetti sitovat tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. (UNRIC n.d.) Tällä hetkellä meneillään on Kiotoon pöytäkirjan toinen velvoitekausi vuosille 2013–2020 (Ympäristöministeriö 2013b).

Vuonna 2000 YK:n jäsenvaltiot asettivat kahdeksan vuosittuhattavoitetta (Millennium Development Goals, MDGs), jotka oli tarkoitus saavuttaa vuoteen 2015 mennessä. Vuosittuhattavoitteista esimerkiksi köyhyyden puolittaminen ja puhtaan veden saatavuuden parantaminen onnistuivat, mutta edistys on ollut epätasaista eikä kaikkia tavoitteita tulla saavuttamaan ajoissa. Syksyllä 2015 hyväksyttiin kestävä kehitys Post 2015 -agenda, jossa määritellään uudet tavoitteet seuraavaksi 15 vuodeksi. Vuosittuhattavoitteista poiketen uudet tavoitteet tulevat koskettamaan sekä teollisuus- että kehitysmaita, ja niiden saavuttamiseksi kaikkien maailman valtioiden on sitouduttava työskentelemään tavoitteiden hyväksi. (Suomen YK-liitto n.d.b.)

Euroopan Unionin kestävä kehitys Eurooppa 2020 -strategia tukeutuu vahvasti YK:n kansainvälisiin sopimuksiin. EU:n jäsenmaana Suomi on sitoutunut strategian tavoitteisiin. (Ympäristöministeriö 2015a.)

## 2.2 Kansallinen kestävä kehitys

Suomessa kestävä kehitys strategioita ja ohjelmia on laadittu vuoden 1992 Rion konferenssin sitoumusten ohjaamana. Hallituksen kestävä kehitys ohjelma (Valtioneuvoston periaatepäätös kestävä kehitys edistämisestä) hyväksyttiin vuonna 1998, ja sen toimeenpanon aikataulu ulottui vuoteen 2002 asti.

Vuonna 2006 Suomessa laadittiin kansallinen kestävä kehitys strategia, jonka tavoitteena oli hyvinvoinnin turvaaminen luonnon kantokyvyn rajoissa. Strategia uudistettiin vuonna 2013. Strategiaprosessin kuluessa sitä uudistanut kestävä kehitys toimikunta päätti perinteisen strategian sijaan laatia kestävä kehitys yhteiskuntasitoumuksen eli politiikkakehikon Suomesta, jollaiseksi se halutaan kehittää vuoteen 2050 mennessä. (Ympäristöministeriö 2015b.) Yhteiskuntasitoumuksessa julkishallinto ja muut toimijat sitoutuvat edistämään kestävä kehitystä työssään ja toiminnassaan (Ympäristöministeriö 2015c).

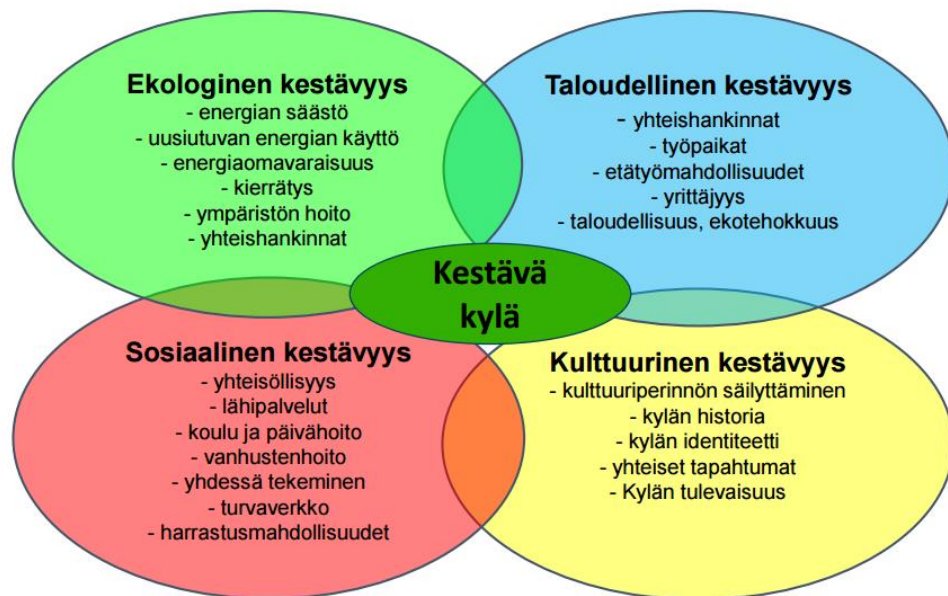
## 2.3 Paikallinen kestävä kehitys

Paikallisesti kestävä kehitys edistetään paikallisagendan avulla. Paikallisagenda on yhden tai useamman kunnan yhteinen pitkän tähtäimen strategia kestävä kehitys toteuttamiseksi. Paikallisagendojen tavoitteena on



ekologisten, taloudellisten, kulttuuristen ja yhteiskunnallisten näkökulmien paikallinen yhteensovittaminen. Agendat luodaan yhteistyössä virkamiesten, kuntalaisten, yritysten, järjestöjen ja muiden toimijoiden kanssa. Olenaisia tavoitteita kestävän kehityksen toimintaohjelmassa voivat olla esimerkiksi työllisyys ja paikallisdemokratia. (Suomen Kuntaliitto 2014.)

Vastakkainasettelu sekä keskustelu tiiviin ja väljän asumisen hiilijalanjälkien erosta on viime vuosina ollut vilkasta (Mansikka 2015; Soininvaara 2012; Soininvaara 2015), ja kansallisella tasolla pyritään edistämään yhdyskuntarakenteen tiivistämistä. Maaseudulla edellytykset ekologiseen elämään ovat kuitenkin olemassa, mutta ne ovat erilaiset kuin kaupunkiympäristössä. Esimerkiksi kylätasolla kestävää kehitystä voidaan edistää sen kaikilla eri ulottuvuuksilla (kuva 1).



Kuva 1. Kestävän kehityksen kaikkia ulottuvuuksia on mahdollista edistää kylätasolla. (Korkiakoski 2014.)

### 3 YHDYSKUNTARAKENNE JA ASUMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Monilla eri politiikoilla ja strategioilla pyritään Suomessa edistämään olemassa olevan yhdyskuntarakenteen eheyttämistä, koska sen nähdään olevan haja-asumista ekologisempaa. Perinnekylät sijaitsevat usein taajaman ulkopuolella, koska niissä halutaan säilyttää perinteinen suomalainen maalaismaisema. Maaseutu- ja haja-asumisen ympäristöhaasteena nähdään usein joukkoliikenteen puute ja tarve yksityisautoilulle. Yksityisautoilun vähentäminen on nostettu keskeiseksi keinoksi hillitä ilmastonmuutosta, ja sen takia yhdyskuntarakenteen hajautumista koetetaan estää. (Heinonen & Junnila 2012, 12.)

Yhdyskuntarakenteella tarkoitetaan kokonaisuutta, jonka muodostavat asuin-, työpaikka-, asiointi- ja virkistysalueet sekä niitä yhdistävät liikenteen ja teknisen huollon järjestelmät (Valtioneuvoston kanslia ja valtiovarainministeriö 2013). Yhdyskuntarakenteen merkityksestä kuluttajan hiilijalanjälkeen on tehty paljon tutkimuksia, ja kaupunki- ja haja-asumisen ekologisuudesta kiistellään yhä. Heinosen ja Junnilan (2010, 2) mukaan jopa noin kaksi kolmasosaa kuluttajan hiilijalanjäljestä liittyy aluerakenteellisiin tekijöihin, kuten liikkumisen infrastruktuuriin, rakentamiseen ja asumiseen. Yhdyskuntarakenteen tiiviyn puolesta puhuu Lahden ja Moilasen (2010, 9) tutkimus, jonka mukaan jatkuvasti hajautuva yhdyskuntarakenne voi heikentää muiden ilmastomuutoksen hillitsemiseksi tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksia jopa 30 prosenttia ja tiivistävällä rakenteella niitä voidaan vastataasti voimistaa jopa 20 prosentilla. Toisaalta taas Heinosen ja Junnilan (2012, 11) tekemän tutkimuksen mukaan juuri pääkaupunkiseudun, kaupunkien ja taajamien asukkaat aiheuttavat energiankulutuksellaan suuremman kasvihuonekaasukuorman kuin maaseudun asukkaat. Korhonen, Kuhmonen, Ponnikas ja Voutilainen (2014, 156) ovatkin tulleet tulokseen, että aluerakenteen tiiviys ei ole tehokas indikaattori aluerakenteen ja kasvihuonekaasujen yhteyksien arvioinnissa. Liikkumisen kokonaispäästöt eivät esimerkiksi välttämättä laske kaupungistumisasteen noustessa.

Heinosen ja Junnilan (2012, 14–16) mukaan hiilijalanjälkeen vaikuttavat asumisen ja liikkumisen lisäksi merkittävästi varallisuus ja matkailu. Varallisuuden kasvu lisää ajoneuvojen omistamista, lentomatkojen määrää sekä muuta kulutusta. Heinosen, Junnilan sekä Ottelinin (2015) tutkimus tukee tätä näkemystä. Tutkimuksessa vertailtiin uusissa ja vanhoissa rakennuksissa asuvien hiilijalanjälkiä eri puolella Suomea vuosina 2003–2012. Tutkimus osoitti, että rakennusten lämmittämisen päästöt olivat pienimpiä uusissa rakennuksissa, mutta keskusta-alueilla energiatehokkaiden rakennusten avulla saavutetut hyödyt kumoutuvat suuren kulutustason vuoksi. Pienimmät hiilijalanjäljet olivat kaupungin keskustan ja maaseudun välisellä kaupunkialueella. Tutkimus kyseenalaistaa yleisen uskomuksen, että kaupunkirakennetta tiivistämällä hiilitehokkuutta saadaan kasvatettua (Mansikka 2015). Selkeää syyseuraussuhdetta ei voida vetää tiiviin yhdyskuntarakenteen ja pienempien kasvihuonekaasupäästöjen välille. Asumisen ja liikkumisen lisäksi kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttaa merkittävästi kulutus, jota vähentämällä niin kaupungissa kuin maaseudullakin voi elää ekologisesti.

Sekä kompaktia kaupunkirakennetta sekä haja-asuttua maaseutua voidaan puolustaa kestävä kehityksen argumentein, mutta eri painotuksilla. Tiiviin kaupunkiasutuksen ekologisuutta perustellaan päästöjen ja energiankulutuksen vähenemisellä, kun ihmiset luopuvat yksityisautoilusta ja lämmittävät asuntonsa kaukolämmöllä. (Sireni n.d.) Kaukolämpöä pidetään ylivoimaisesti energiatehokkaimpana lämmitysmuotona, sillä se hyödyntää muuten hukkaan menevää lämpöenergiaa. Kaukolämpö voidaan kuitenkin tuottaa myös uusiutumattomilla polttoaineilla (Energiateollisuus ry n.d.), joten sen käyttö ei takaa asunnon lämmityksen ekologisuutta. Haja-asutuksen ekologisuutta taas tukevat mahdollisuus omavaraiseen, luonnonläheiseen ja paikalliseen elämään, jossa ravintoa voidaan tuottaa lähellä ja jätteitä käsitellä paikallisesti (Sireni n.d.). Maaseudun nähdään pystyvän osallistumaan

ilmastonmuutoksen hillintään muun muassa tuottamalla ja käyttämällä paikallista ja uusiutuvaa energiaa. Uusiutuvat energiantuotantomuodot vaativat usein enemmän tilaa kuin keskitetyt, fossiilisia polttoaineita hyödyntävät laitokset, joten väljästi asutussa ympäristössä uusiutuvan energian tuottaminen saattaa olla helpompaa. Tiiviissä yhdyskuntarakenteessa rakennettu maa saadaan toisaalta tehokkaammin hyödynnettyä ja tarve muuttaa esimerkiksi metsämaita rakennusmaiksi pienenee. Hajanainen yhdyskuntarakenne pirstoo maisemaa ja leviää usein hallitsemattomasti, jolloin metsät jäävät helposti irrallisiksi saarekkeiksi. Tämä haittaa muun muassa eläinlajien leviämistä ja biodiversiteetin säilymistä. (Suomen ympäristökeskus n.d.)

Yhdyskuntarakennetta merkittävämpi vaikutus kuluttajan kasvihuonekaasupäästöihin on elämäntavoilla sekä kulutusvalinnoilla (Hasu ym. 2012, 11). Ratkaiseva tekijä kuluttajan kasvihuonekaasupäästöissä näyttääkin olevan kulutuksen määrä. Liikkumisesta aiheutuvat päästöt seuraavat vahvasti alueen tiiveyttä, mutta niiden merkitys on niin pieni, ettei se riitä kumoamaan kulutuksen korkeampia päästöjä tiiviimmillä kaupunkialueilla. Tiiviiden kaupunkikeskustojen ympärille syntyy väljiä pientalovaltaisia alueita, joissa elämäntapa on kaupunkimainen ja kulutusintensiivinen. Näillä alueilla liikkuminen ja asumisväljyys kasvavat ja lisäävät päästöjä. Yhteenvedon voitaneen todeta, että asuinpaikalla ja rakennustyyppillä on eittämättä merkitystä kuluttajan asumisen hiilijalanjälkeen, mutta näitä enemmän huomiota tulisi kiinnittää asumistottumuksiin.

Yhdyskuntarakenteen muutosta ohjaamalla voidaan jossain määrin vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Muutokset yhdyskuntarakenteessa vaikuttavat koko yhteiskuntaan useiden vuosikymmenten tai jopa vuosisatojen ajan. Yhdyskunta- ja aluerakenteiden kehitystä ohjataan maankäyttö- ja rakennuslailla sekä siihen perustuvilla valtakunnallisilla alueidenkäyttötavoitteilla (VAT) ja kaavoituksella. Vuonna 2013 julkaistussa kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa linjataan, että ”maankäyttö, asuminen ja liikenne tulee sovittaa yhteen siten, että vähennetään henkilöautoliikenteen tarvetta ja parannetaan ympäristöä vähän kuormittavien liikennemuotojen edellytyksiä”. Yhdeksi strategian tavoitteeksi on kirjattu kaupunkiseutujen ja taajamien yhdyskuntarakenteen eheyttämisen edistäminen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013, 44–45.)

Nykyinen maankäyttö- ja rakennuslaki astui voimaan vuoden 2000 alusta. Sen tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys. (MRL 1:1 §.) Laissa myös määritellään, että rakentamisen ohjauksen tavoitteena on edistää rakentamista, joka perustuu elinkaariominaisuuksiltaan kestäviin ja taloudellisiin, sosiaalisesti ja ekologisesti toimiviin sekä kulttuuriarvoja luoviin ja säilyttäviin ratkaisuihin (MRL 1:12 §).

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa kansallista maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Niiden tehtävänä on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien seikkojen huomioon ottaminen maakuntien ja kuntien kaavoituksessa, auttaa saavuttamaan

maankäyttö- ja rakennuslain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet sekä toimia kaavoituksen ennakko-ohjauksen välineenä. (Ympäristöministeriö 2015d.) Ne koskevat muun muassa asioita, joilla on aluerakenteen, alueiden käytön tai liikenne- tai energiaverkon kannalta laajempi kuin maakunnallinen merkitys tai valtakunnallisesti merkittävä vaikutus ekologiseen kestävyys, aluerakenteen taloudellisuuteen tai merkittävien ympäristöhaittojen välttämiseen. (MRL 22 §.) Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet tulee ottaa huomioon jokaisella kaava-tasolla. Keskeisimpiä valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys (VNp 2008, 2).

Yksi sisältökokonaisuus alueidenkäyttötavoitteissa on eheytyvä yhdyskuntarakenne ja elinympäristön laatu. Tavoitteisiin on kirjattu, että yhdyskuntarakennetta kehitetään siten, että palvelut ja työpaikat ovat saavutettavissa ja mahdollisuuksien mukaan asuinalueiden läheisyydessä siten, että tarve liikkua henkilöautolla on mahdollisimman vähäinen. Lisäksi kaupunkiseutuja kehitetään siten, että tukeudutaan jo olemassa oleviin keskuksiin. (VNp 2008, 10.) Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa on myös korostettu sitä, että uusia asuin-, työpaikka- tai palvelutoimintojen alueita ei tulisi sijoittaa irralleen olemassa olevasta yhdyskuntarakenteesta (VNp 2008, 11). Omana lukunaan valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin on kirjattu Helsingin seudun erityiskysymykset, joissa mainitaan muun muassa merkittävän rakentamisen sijoittaminen joukkoliikenteen, ja erityisesti raideliikenteen palvelualueelle. Alueidenkäytössä tulee ehkäistä olemassa olevasta yhdyskuntarakenteesta irrallista hajarakentamista. (VNp 2008, 15.)

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi maankäytön suunnittelujärjestelmään kuuluvat maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava, joista säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa. Maankäyttöön vaikutetaan myös erilaisilla seutu- ja kuntastrategioilla, kunnan maapolitiikalla sekä rakennusjärjestyksellä. (Ympäristöministeriö 2015e.)

Yhdyskuntarakenteen lisäksi asumisen hiilijalanjälkeen vaikuttavat ihmisten arvot ja arjessa tehdyt valinnat. Suomalaisen kuluttajan keskimääräinen hiilijalanjälki on noin 10 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa. Asuminen muodostaa tästä noin kolmanneksen, liikkuminen 20 prosenttia ja ruoka 18 prosenttia. (Häkkinen & Kangas 2012, 3.) Eniten asumisen ympäristövaikutuksiin vaikuttaa asunnon koko: mitä pienempi asunto, sitä vähemmän se aiheuttaa ympäristövaikutuksia, sillä sen rakentamiseen on käytetty vähemmän luonnonvaroja ja se kuluttaa vähemmän energiaa kuin suuri asunto. Energiankulutuksen osalta merkittävimmin asumisen ympäristövaikutuksiin vaikuttaa asunnon lämmitys. (Häkkinen & Kangas 2012, 3–4.)

Työ- ja elinkeinoministeriön (2014a, 60) mukaan asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä voitaisiin arvioiden mukaan vuoteen 2020 mennessä vähentää vuosittain noin 4,5 miljoonalla tonnilla. Kuluttajakäyttäytymisessä suurin päästövähennyspotentiali on asumisessa ja liikenteessä. Asumisen merkittävimmät päästövähennysmahdollisuudet liittyvät energiakorjauksiin ja uusiutuvan energian käyttöön. Myös WWF Suomen tekemän selvityksen mukaan käyttötottumusten

ja tavallisten hoitotoimenpiteiden avulla esimerkiksi lämpöenergiaa voitaisiin säästää 5–20 prosenttia. Pelkästään vaihtaminen uusiutuvilla energialähteillä tuotettuun sähköön pienentäisi suomalaisen keskivertotalouden päästöjä noin 1 100 kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa. (Häkkinen & Kangas 2012, 4–7.) Asukkaiden kulutustottumusten on havaittu voivan aiheuttaa keskimäärin jopa 20–30 prosentin eroja muuten samanlaisten rakennusten energiankulutuksessa (Karjalainen 2010, 52).

Kuluttaja voi vaikuttaa asumisensa ympäristövaikutuksiin suosimalla joukko- ja kevyen liikenteen saavutettavissa olevia paikkoja asuinpaikkoihin. Asuinrakennuksen energiatehokkuuteen ja rakennusmateriaaleihin kuluttaja ei käytännössä voi vaikuttaa kuin rakentamalla uutta, korjaamalla vanhaa tai valitsemalla energiatehokkaan rakennuksen asuinpaikakseen. Uusiutuvaa energiaa suosimalla ja kiinteistökohtaisilla tukien energiatuotantoratkaisuilla, kuten ilmalämpöpumpulla tai aurinkopaneeleilla, kuluttaja voi vähentää ostosähkön tarvetta ja lisätä omaa energiaomavaraisuuttaan. (Airaaksinen ym. 2014, 9–10.) Keskimäärin kuluttaja voi valinnoillaan pienentää hiilijalanjälkeään noin 25–40 prosenttia. Suurimmat vaikutukset ovat yksityisautoilun vähentämisellä, ylimääräisistä asuineliöistä luopumisella sekä uusiutuvaan energiaan vaihtamisella (Heinonen & Junnila 2010, 2).

Ilmastonmuutoksen hillinnästä puhuttaessa keskitytään usein viranomaismääräyksiensä kiristämiseen, vaikka pohjimmiltaan kyse on ihmisten arvo maailman muuttamisesta. Kiristyneillä määräyksillä asuntojen keskimääräinen lämmitysenergian kulutus on saatu laskemaan 60 prosenttia viimeisen 30 vuoden aikana. Kokonaisenergian kulutus on Suomessa kuitenkin samalla aikavälillä kaksinkertaistunut. (Elfving 2010, 27.) Asumisen ja elämisen ympäristövaikutuksista puhuttaessa keskustelu tulisi laajentaa yhdyksunnan tarjoamien puitteiden ulkopuolelle, ja muistaa että kuluttaja on se, joka päättää toimia tai olla toimimatta ympäristöystävällisesti.

#### 4 RAKENNUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Rakennuksista aiheutuu ympäristöhaittoja niiden rakennus-, käyttö- ja purkuvaiheessa. Rakentaminen ja muutokset maankäytössä aiheuttavat aina kasvihuonekaasupäästöjä, eikä rakentamisella itsellään voida lieventää ilmastonmuutosta. Rakennusten ympäristövaikutukset aiheutuvat rakentamiseen ja ylläpitoon käytettävien materiaalien ja tuotteiden hankinnasta, valmistuksesta ja kuljetuksesta, rakentamisesta, korjaamisesta ja hoidosta, energian tuotannosta sekä tilojen käytön aiheuttamasta liikenteestä (Behm & Häkkinen 2010, 6).

Euroopan komission vuonna 2011 julkaisemassa tiekartassa vähähiiliseen Eurooppaan asetettiin tavoitteeksi vähentää rakennusten aiheuttamia vuosittaisia kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 1990 verrattuna 37–53 prosenttia vuoteen 2030 mennessä ja 88–91 prosenttia vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2011, 6). Pelkästään parantamalla olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta ja rakentamalla uudisrakentaminen energia-

tehokkaasti voidaan saavuttaa vuoteen 2050 mennessä noin 21–33 prosentin vähennys energiankulutuksessa ja 45–52 prosentin vähenemä hiilidioksidipäästöissä (Ahonen ym. 2014, 3).

Ekologisesti kestävä talo säästää energiaa ja luonnonvaroja niin rakennuskuin käyttövaiheessaankin. Käytetty energia on tuotettu uusiutuvilla energiamuodoilla ja talo on rakennettu uusiutuvista luonnonmateriaaleista, jotka ovat läheltä ja joiden tuottamiseen on tarvittu vähän energiaa. Ne voidaan palauttaa takaisin luonnon kiertokulkuun tai kierrättää, kun rakennusta ei enää tarvita. Kestävällä rakentamisella, ekorakentamisella ja ekologisella rakentamisella tarkoitetaan rakentamista, jossa luonnonvaroja käytetään säästeliäästi sekä järkevästi ja ympäristöhaittoja pyritään vähentämään. (Huuhka 2010, 6; Hänninen 2012.) Rakentamisen ympäristövaikutuksia aiheuttavat muun muassa rakennusmateriaalien hankinta, valmistus ja siihen tarvittu energia, kuljetukset rakennuspaikalle, rakentamiseen tarvittu energia, maankäytön muutokset sekä rakentamisesta aiheutuneet jätteet ja päästöt (Koskela ym. 2011, 20).

Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneeli IPCC:n (2014, 677, 697) mukaan rakennuksissa on suuri potentiaali kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, koska ne ovat merkittävä päästöjen aiheuttaja. Rakennuksiin liittyvät keinot hillitä ilmastomuutosta ovat usein myös kustannustehokkaita. Ilman vahvoja toimenpiteitä rakennusten kasvihuonekaasupäästöt saattavat kuitenkin jopa tuplaantua vuosisadan puoliväliin mennessä. Tulevien vuosien aikana rakennettavat rakennukset määrittävät seuraavien vuosikymmenten päästöt, eikä niihin voida rakentamisen jälkeen enää tehdä merkittäviä muutoksia. Koska rakennukset ja niiden energiahuolto ovat yksiä kansantalouden pitkäikäisimmistä komponenteista, tulisi niihin kiinnittää erityisen paljon huomiota. Rakennusteollisuus kuitenkin uusiutuu hitaasti.

Suomen rakennuskanta on melko nuorta: kolme neljäsosaa rakennuksista on rakennettu vuoden 1960 jälkeen ja yli 40 prosenttia vuoden 1980 jälkeen (Ympäristöministeriö 2007, 9). Suomessa asuinrakennusten poistuman arvioidaan olevan noin 0,3 prosenttia koko asuinrakennuskannasta vuodessa. Tällä hetkellä rakennuskanta on niin nuorta, että poistuma on pieni, mutta tulevaisuudessa se tulee kasvamaan. Poistuman hitaudesta kertoo se, että vuonna 2050 vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannasta jäljellä oleva osuus on peräti 60 prosenttia senhetkisestä asuin- ja palvelurakennuskannasta. Koska rakennuskanta uusiutuu niin hitaasti, on uudistutuotannon vaikutus koko rakennuskannan kasvihuonekaasupäästöihin vuonna 2020 vielä vähäinen. (Heljo ym. 2010, 44, 53.)

Ilmastomuutoksen hillinnässä rakennuksen energiatehokkuudessa tehdyt parannukset näkyvät vasta 20 vuoden jälkeen. Tämän vuoksi Heinosen, Junnilan, Kurosen ja Säynäjoen (2012, 2883–2889) mukaan rakentamisen aikaisiin kasvihuonekaasupäästöihin tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Rakennusten uusiutumisasteen ollessa niin pieni rakennuskannan päästöt tulevat laskemaan vasta vuonna 2050. Energiatehokkuudella saavutetut päästöt menetetään rakentamisen aikaisilla päästöillä. Ilman merkittävää vähennystä rakentamisen aikaisiin päästöihin uusien asuinrakennusten ra-

kentamista ei voida käyttää hyödyksi ilmastonmuutoksen hillinnässä. Tutkimuksen mukaan uusien asuinrakennusten rakentamisella näyttää olevan jopa haitallinen vaikutus vuoden 2050 tavoitteisiin.

Vuonna 2007 rakentaminen kulutti 4 prosenttia Suomen energian loppukäytöstä ja aiheutti Suomen hiilidioksidipäästöistä noin 6 prosenttia. Rakentamisen päästöihin on laskettu sähkönkulutus, polttoainekäyttö sekä rakennusmateriaalien valmistus. (Heljo ym. 2010, 11–16.) Kun energiantuotannossa siirrytään uusiutuviin energialähteisiin ja rakennuksista tulee energiatehokkaampia, rakennusten materiaalien ja rakenteiden merkitys elinkaaritarkastelussa nousee (Puuinfo Oy 2011). Rakennusmateriaalien valmistuksen ja rakentamisvaiheen osuus rakennuskannan koko elinkaaren kulutuksesta on noin 10–20 prosenttia. Rakennusten muuttuessa energiatehokkaammiksi käytönaikaisen energiankulutuksen osuus rakennuksen koko elinkaaren energiankulutuksesta pienenee. Energiatehokkaiden passiivitalojen koko elinkaaren energiankulutuksesta rakennusmateriaalien valmistus ja rakentamisvaihe kuluttavat noin 30–40 prosenttia. (Hänninen 2014, 11.)

Keskustelua rakennusten ympäristövaikutuksista on moitittu yksipuoliseksi: esimerkiksi Yaon (2013, 9, 18) mukaan ilmastonmuutoksen hillinnästä puhuttaessa keskitytään liikaa rakennusten energiatehokkuuteen sen sijaan, että keskityttäisiin rakennuksen koko elinkaareen. Hänen mielestään rakennussektorilla olisi tarvetta suunnitteluprosessille, joka ottaisi huomioon jo rakennetun rakennuksen sisältämän energian ja pitkäikäisyyden pelkän energiatehokkuuden tarkastelun sijaan. Lisäksi hän huomauttaa, ettei ekologisesta talosta ole hyötyä, jos sitä ei käytetä niin kuin se on rakennettu käytettäväksi: asukkaiden toiminta on itse rakennusta tärkeämpää.

Myös Ympäristöministeriön toteuttaman Tyhjät tilat -hankkeen loppuraportissa (Hernberg 2014, 16, 26) kritisoidaan keskustelun liiallista painottumista rakennusten energiatehokkuuteen ja teknisiin ratkaisuihin. Raportissa esitetään, että olemassa olevan rakennuksen purkaminen, sen materiaalien uudelleenkäyttö ja uuden, energiatehokkaan rakennuksen rakentaminen kuluttaa enemmän energiaa ja resursseja kuin alkuperäisen rakennuksen käyttö alkuperäisessä muodossaan. Raportin mukaan esimerkiksi vanhan toimistorakennuksen korvaaminen uudella ja energiatehokkaammalla rakennuksella saattaa maksaa itsensä takaisin käytönaikaisena energiansäästönä vasta 20–30 vuoden kuluttua. Voidaan myös miettiä, mitkä ovat työtilojen tarpeet 20–30 vuoden päästä ja vastaako rakennus enää sen ajan tarpeita. Olennaisin energiakysymys aikavälillä 2014–2050 rakentamisessa on raportin mukaan se, miten olemassa olevaa rakennuskantaa hyödyntämällä voidaan korvata uudisrakentamista.

Suomessa rakentamisen ohjauksella pyritään takaamaan laadukkaat, turvalliset ja esteettiset rakentamisratkaisut. Lisäksi tuetaan energian käytön vähentämistä, energiatehokkuuden parantamista sekä uusiutuvien energialähteiden hyödyntämistä rakentamisessa. Rakentamisen ohjauksen ja sääntelyn yhtenä tavoitteena on edistää kestävä kehitystä. Rakentamisen yleinen ohjaus perustuu lakeihin ja asetuksiin, ja tarkemmat rakentamisen sään-

nökset sekä niitä täydentävät ministeriön ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Ympäristöministeriö vastaa rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta koko Suomessa lakien, säädösten ja rakennusmääräyskokoelman avulla, kun taas kunnat huolehtivat näistä omalla alueellaan rakennusjärjestyksen avulla. (Ympäristöministeriö 2014a.) Uudisrakentamista ohjataan säädöksiin kohti nollaenergiatasoa, ja korjausrakentamiselle on omat energiamääräyksensä (Rakennusteollisuus n.d.a.).

Rakennusten energiatehokkuutta ohjaavia direktiivejä ovat muun muassa EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD, Energy Performance for Buildings Directive), uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivi (RES, Renewable Energy Sources Directive) ja energiatehokkuusdirektiivi (EED, Energy Efficiency Directive). Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä parantamalla rakennusten energiatehokkuutta. Direktiivi pätee sekä uudis- että korjausrakentamiseen, ja se sisältää kolme eri pääaluetta:

- 1) energiatodistuksen käyttöönotto,
- 2) energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset, ja
- 3) lämmityskattiloiden ja ilmastointilaitteiden määräaikaistarkastukset. (Motiva Oy 2014b; Rakennusteollisuus n.d.a.)

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä säädetään ympäristöministeriön asetuksella 4/13, joka tuli voimaan kaikkien rakennusten osalta 1.9.2013 (Ympäristöministeriö 2013d). Energiatehokkuuden parantamiseen on asetuksessa annettu kolme vaihtoehtoista reittiä, joista kiinteistön omistaja voi valita sopivimman:

- 1) Energiatehokkuuden parantaminen rakennusosakohtaisesti. Korjattujen tai uusittujen rakennusosien, kuten ulkoseinien, ikkunoiden ja ovien, lämmönpitävyyden pitää remontin jälkeen olla nykyvaatimusten mukainen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että pitää tietää korjattavan rakennusosan nykyinen U-arvo eli lämmönläpäisykerroin ja ympäristöministeriön asetuksessa annettuja kertoimia käyttäen määrittää uusi U-arvo. Uuden rakennusosan tulee valmistuttuaan täyttää uuden U-arvon vaatimukset.

- 2) Energiatehokkuuden parantaminen kyseiselle rakennustyyppille määritellylle tasolle. Tällöin tarkastellaan rakennuksen vuosittaista normaalikäytössä syntyvää laskennallista energiankulutusta suhteessa rakennuksen pinta-alaan. Esimerkiksi omakotitalon energiankulutus saa olla enintään 180 kWh/m<sup>2</sup>.

- 3) Rakennukselle lasketaan ominainen kokonaisenergian kulutus eli E-luku, jota korjaus- ja muutostöiden yhteydessä pienennetään kyseiselle rakennustyyppille vaadittuun tasoon. Esimerkiksi omakotitaloissa E-lukua eli kokonaisenergiankulutusta pienennetään 20 prosentilla.

Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten on täyttyttävä, kun on kyse rakennuksen luvanvaraisesta korjaamisesta, käyttötarkoituksen muuttamisesta tai teknisten järjestelmien uusimisesta. Määräykset eivät koske kesäaikaiseen käyttöön varusteltuja loma-asuntoja, suojeltuja tai kooltaan alle 50 neliömetrin rakennuksia, kasvihuoneita tai uskonnolliseen toimintaan käytettäviä rakennuksia. (Rakentaja.fi 2013.)



Rakennusten energiatodistus uusiutui 1.6.2013. Lain voimaantulon jälkeen energiatodistus vaaditaan lähes kaikessa uudisrakentamisessa sekä vuodesta 2009 lähtien myös vanhan pientalon myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Ennen vuotta 1980 rakennetut pientalot vaativat energiatodistuksen myynnin ja vuokrauksen yhteydessä vasta 1.7.2017 alkaen. Jos kiinteistö on arvoltaan hyvin vähäinen, vuokra on pieni tai kohdetta ei esitellä julkisesti, energiatodistus voidaan laatia kevennetyn menetelmän avulla. Energiatodistusta ei tarvita loma-asunnoille, suojelluille tai pienille, alle 50 neliömetrin kokoisille rakennuksille. (Ympäristöministeriö 2013f.) Lahtisen (2014, 56) mukaan energiatodistuskäytäntö on vanhojen rakennusten kannalta ongelmallinen, sillä sen välilliset vaikutukset voivat olla tuhoisia. Vaadittava todistus voi esimerkiksi ohjata harkitsemattomiin lisäeristyksiin, jotka pilaaavat rakennuksen historiallisen ilmeen. Energiatodistuksia laativat pätevyityneet asiantuntijat, joilla ei välttämättä ole tietämystä rakennushistoriallisista arvoista, jotka tulisi ottaa huomioon energiaremontteja tehdessä. Varsinkin siirrettyjen hirsirakennusten kohdalla energiatehokkuusvaatimukset ja energiatodistus asettavat kiinteistönomistajan tiukkaan tilanteeseen: rakennuksen on täytettävä tietyt vaatimukset, mutta toisaalta myös sen rakennushistorialliset piirteet ja esimerkiksi perinteinen rakennustekniikka halutaan säilyttää. Siirrettyjen hirsirakennusten energiatehokkuuteen ja sen kohtaamiin ongelmiin lainsäädännössä paneudutaan opinnäytetyön luvussa 6.1.

Myös uusia rakennusmääräyksiä on kritisoitu liiallisesta energiatehokkuuden painottamisesta ja siitä, ettei rakennuksen koko elinkaarta oteta huomioon. Jatkuvasti tiukkenevien E-luku- ja U-arvovaatimusten pelätään johtavan lisääntyviin sisäongelmiin, kun rakennusten ei enää anneta hengittää. (Pyykkö 2015.) Myös E-luvun laskentatapa on aiheuttanut kritiikkiä. Ympäristöministeriön asetuksen (176/2013) 7 §:n mukaan E-luku määritetään laskemalla yhteen laskennallisen vuotuisen ostoenergian ja energiamuotojen kertomien tulot energiamuodoittain lämmitettyä nettoalaa kohden. Energiamuodoille on annettu seuraavat kertoimet:

- |   |     |
|---|-----|
| – sähkö   | 1,7 |
| – kaukolämpö  | 0,7 |
| – kaukojäähdytys                                    | 0,4 |
| – fossiiliset polttoaineet                          | 1,0 |
| – rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet | 0,5 |

Rakennuksessa tuotettua ja hyödynnettyä uusiutuvaa energiaa ei lasketa mukaan rakennuksen E-lukuun, mutta esimerkiksi lämpöpumpun kuluttama sähkö lasketaan ostoenergiaksi. Lisäksi kaikki sähkö saa E-lukuja laskettaessa saman kertoimen, oli kyseessä uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettu ekosähkö tai tavanomainen sähkö. E-luku lasketaan tiettyjen energiankulutuksen vakioiden mukaan, joten se ei vastaa rakennuksen todellista energiankulutusta, sillä kuluttajien tottumukset vaihtelevat suuresti. (SAFA n.d.a.) Lain edessä myöskään rakennuksen valmistusajankohdalla ei ole merkitystä (Lahtinen 2014, 46): samat määräykset koskevat niin 1800- kuin 2000-luvullakin rakennettua rakennusta, vaikka näiden rakenteet ja rakennustekniikka ovat hyvin erilaisia.

Uusiutuvan energian käytön edistämisdirektiivin mukaan EU:n jäsenvaltioiden on rakennussäännöksissään ja -määräyksissään tai muutoin edellytettävä uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian vähimmäistasoa uusissa

ja perusteellisesti kunnostettavissa rakennuksissa. Direktiivi astui voimaan 31.12.2014. Energiatehokkuusdirektiivi puolestaan edellyttää muun muassa pitkän aikavälin strategiaa rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen, koskien erityisesti rakennusten peruskorjausta. (Rakennusteollisuus RT ry n.d.a.)

Energiatehokkuuden lisäksi rakentamisessa kannustetaan resurssi- ja materiaalitehokkuuteen. Resurssitehokkuudella tarkoitetaan mahdollisimman tehokasta luonnonvarojen, veden ja energian käyttöä. Euroopan unioni on laatinut resurssitehokkuustiekartan, jossa välitavoitteiksi on asetettu muun muassa rakennusten ja infrastruktuurin kunnostamisen ja rakentamisen muuttuminen erittäin resurssitehokkaaksi vuoteen 2020 mennessä, sekä elinkaariajattelun laajeneminen. Energiankulutuksen lisäksi paremmin huomioon otetaan myös rakennusmateriaalit ja olemassa oleva rakennuskanta. (Rakennusteollisuus RT ry n.d.b.)

Materiaalitehokkuus taas tarkoittaa luonnon raaka-aineiden mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä (Ympäristöministeriö 2013e). Se viittaa myös tehokkaaseen tilan käyttöön, jolla energian kulutus ja hyödynnettävien luonnonvarojen määrä pienenee. Rakennuksen muunneltavuus on tärkeää rakennuksen käyttötarkoituksen muuttuessa sen elinkaaren aikana. Uuskäytön ennakoiminen lisää materiaalitehokkuutta, kun muutostöiden kokoluokka ja riski rakennuksen käyttämättä jäämiseen pienenevät. (Ympäristöministeriö 2014b.) Materiaalitehokkuutta rakentamisessa edistävät Euroopan unionin jätedirektiivi, rakentamisen materiaalitehokkuuden toimenpideohjelma sekä kansallinen materiaalitehokkuusohjelma.

Jätedirektiivin toimeenpanemiseksi Suomessa astui vuonna 2012 voimaan uusi jätelaki, joka sisältää tiukennuksia rakennusjätteen lajitteluun ja kierrätykseen. Tavoitteena on vähentää kaatopaikalle päätyvän rakennus- ja purkujätteen määrää sekä lisätä kierrätystä. Suomen tulisi vuoteen 2020 mennessä kierrättää 70 prosenttia rakennusjätteestä materiaalina. (Rakennusteollisuus n.d.c.) Jätelain lisäksi materiaalitehokkuutta edistävät kansallinen materiaalitehokkuusohjelma sekä rakentamisen materiaalitehokkuuden toimenpideohjelma (RAMATE). Kansallisen materiaalitehokkuusohjelman tarkoituksena on luoda kannusteita ja poistaa esteitä materiaalituotannon ja kestävän yritystoiminnan tueksi (Rakennusteollisuus RT ry n.d.d.). Rakentamisen materiaalitehokkuuden toimenpideohjelman tavoitteena on myös purkaa esteitä materiaalitehokkuuden lisäämisen tieltä. Tavoitetilaksi vuodelle 2020 on asetettu, että materiaalitehokkaat käytännöt ovat juurtuneet osaksi kiinteistö- ja rakennusalaan, ymmärrys rakentamisen ympäristövaikutuksista ja materiaalitehokkuuden merkityksestä on kasvanut, ja materiaalitehokkuustavoitteet ovat osa rakentamisen elinkaarikäytäntöjä. (Rakennusteollisuus RT ry n.d.e.)

Rakennusvaiheen jälkeen alkaa rakennuksen elinkaaren ympäristölle haitallisin osio eli rakennuksen käyttö. Vuonna 2007 rakennukset kuluttivat 38 prosenttia Suomen energian loppukäytöstä ja aiheuttivat Suomen kasvihuonepäästöistä lähes kolmanneksen. Rakennusten päästöihin on laskettu niiden lämmitykseen käytettyjen polttoaineiden päästöt sekä rakennuksen sähkökulutuksen mukainen osuus sähköntuotannon päästöistä. (Heljo ym.

2010, 11–16.) Heljon ja Viholan (2012, 3–4) mukaan koko rakennuskannan teoreettinen energiansäästöpotentiaali vuoteen 2050 mennessä on noin 20 prosenttia. Ilman energiansäästön tehostamistoimia säästö voi jäädä kuitenkin vain puoleen tästä.

Myös rakennuksen viimeinen elinvaihe eli purkaminen aiheuttaa ympäristövaikutuksia. Vuonna 2011 rakentaminen tuotti Suomessa noin 2,2 miljoonaa tonnia jätettä, ja jätemäärien ennustetaan tulevaisuudessa kasvavan (Hakaste & Peuranen 2014, 11–12). Rakennusalan jätteiden on arvioitu aiheuttavan noin 10 prosenttia koko jätehuollon kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa (Huuhka 2010, 11). Rantajärven (2014) mukaan rakennusjätteitä paremmin kierrättämällä rakennuksen koko elinkaaren aikaisia päästöjä voitaisiin vähentää 11 prosentilla. Euroopan unionin etenemissuunnitelmassa kohti resurssiviisasta Eurooppaa on asetettu tavoitteeksi, että vuoteen 2020 mennessä tavanomaisesta rakennus- ja purkujätteestä kierrätetään 70 prosenttia (Euroopan komissio 2011, 20). Jätteiden työstäminen uudelleen raaka-aineeksi vie yleensä vähemmän energiaa ja luonnonvaroja kuin uuden tuotteen valmistaminen neitseellisistä raaka-aineista (Häkkinen ym. 2013, 20).

Rakennuksen purkamisessa päästöjä aiheuttavat koneet, kuljetukset sekä purkamisessa syntyvä jäte. Jotta purkujätettä voitaisiin uudelleen- ja uusioikäyttää mahdollisimman tehokkaasti, tulisi purku suunnitella huolellisesti. Lajittelevassa purkutavassa eri jätelajit lajitellaan jo purkupaikalla, ja tämä helpottaa uudelleen käytettävien rakennusosien ja hyödynnettävien materiaalien hyötykäyttöä. (Poutiainen 2013, 20–21.) Kuten taulukko 1 osoittaa, rakennusten purkua ekologisempaa olisi korjata rakennus ja ottaa se uudelleen käyttöön.

Taulukko 1. Rakennusjätteistä aiheutuvat nettokasvihuonekaasupäästöt Häkkisen ym. (2013, 15) tekemän tutkimuksen mukaan.

	CO <sub>2</sub> -ekv (tn)
Rakentaminen	90...240
Korjausrakentaminen 50 vuotta	10...15
Korjausrakentaminen 100 vuotta	20...30
Purkutyö	40...90

## 5 PUURAKENNUSTEN EKOLOGISUUS

Vielä vuonna 1946 Suomen kaikista uusista rakennuksista jopa 85 prosenttia oli puuta (Rinne 2009). Vuonna 2011 rakentamisessa käytettiin Suomessa eniten betonia, 54 prosenttia, sen jälkeen puuta, 38 prosenttia, ja terästä, 8 prosenttia (Puuinfo Oy 2011). Puurakentamista pyritään edistämään Suomessa osana Työ- ja elinkeinoministeriön Metsäalan strategista ohjelmaa (MSO), jonka yhtenä painopisteenä on Valtakunnallinen puurakentamisohjelma. Ohjelmassa painotetaan erityisesti puukerrostalorakentamista. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014b.)

Rakennusten muuttuessa yhä energiatehokkaammiksi käytönaikaisen energiankulutuksen osuus rakennuksen koko elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista pienenee ja rakennusmateriaalien osuus kasvaa. Rakennustarvikkeiden ja -materiaalien osuutta Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä ei ole tarkasti pystytty arvioimaan, mutta sen oletetaan olevan noin 5 prosenttia (Häkkinen, Korhonen, Koskela, Seppälä & Vares 2011, 36). Beyerin ym. (2006, 12) mukaan rakennusmateriaalien valmistukseen käytettävä energia kuluttaa noin 22 prosenttia rakennuksen eliniän aikana kulutettavasta energiasta. Osuuden ollessa näin merkittävä olisi rakennuksen käytönaikaisen energiankulutuksen lisäksi kiinnitettävä huomiota sekä käytettäviin materiaaleihin että rakenteiden energiatehokkuuteen. Euroopan unionin politiikat ovat pitkälti keskittyneet rakennusten energian kulutuksen pienentämiseen ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Käytönaikainen energiankulutus on kuitenkin vain yksi osa rakennusten ympäristövaikutusten aiheuttajista.

Jotta rakennusmateriaalit olisivat ekologisesti kestäviä, niiden pitäisi Buchananin (n.d.) mukaan olla:

- uusiutuvia ja paikallisesti tuotettuja
- vähän energiaa kuluttavia
- pienipäästöisiä
- uudelleen käytettäviä ja kierrätettäviä
- mahdollisimman vähän jätettä tuottavia, sekä
- saastuttamattomia.

Puu rakennusmateriaalina täyttää nämä kriteerit. Nykyisellä metsien käyttöasteella puu on Suomessa yli 100-prosenttisesti uusiutuva luonnonvara, koska sitä kasvaa enemmän kuin sitä kaadetaan (Alasaarela 2008, 3). Esimerkiksi kuusikerroksisen puukerrostalon rakennuspuut kasvavat Suomen metsissä noin puolessa minuutissa. Suomen metsät kasvavat vuosittain yli 100 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta, josta hyödynnetään vain noin 55 prosenttia. Metsien vuotuinen kasvu on suurempaa kuin poistuma, ja puun käyttöä voitaisiin lisätä Suomessa ja Euroopassa huomattavasti ilman että ekologiset rajat tulevat vastaan. Vuotuisen kasvun on kuitenkin oltava vuotuista poistumaa suurempaa myös jatkossa, jotta maailman metsäpinta-ala ei vähene. (Puuinfo Oy n.d.a.; Puuinfo Oy n.d.b.) Suomessa ja Euroopassa käytetään vain puuta, joka on kestävästi tuotettua ja sertifioiduista metsistä korjattua. Puutuotteiden alkuperä tiedetään aina, ja se on rakennusmateriaaleista ainut, jonka laillinen alkuperä ja kestävä tuotanto voidaan sertifioidusti osoittaa. (Puuinfo Oy n.d.c.) Puu on myös kotimainen raaka-aine, ja suurin osa Suomessa käytetystä raakapuusta on kotimaista. Tuontipuun osuus raakapuun kokonaiskäytöstä on ollut laskussa, ja vuonna 2014 se oli 14 prosenttia. (Metsäkustannus Oy 2015.)

Puun tuottaminen rakennusmateriaaliksi kuluttaa muita rakennusmateriaaleja vähemmän energiaa. Puutalon valmistukseen kuluu noin 30 prosenttia vähemmän primäärienergiaa kuin esimerkiksi kevytbetoniharkoilla muurattun talon valmistukseen (Rakennusparkki 2014). Toisin kuin muilla materiaaleilla, suuri osa puutuotteiden valmistuksessa tarvittavasta energiasta on uusiutuvaa: pääosa energiasta saadaan valmistuksessa syntyvistä sivutuot-

teista, kuten puun kuoresta ja puupurusta (Puuinfo Oy n.d.b.). Energiaa syntyy sivutuotteena usein enemmän kuin mitä tuotantoon tarvitaan (Alasaarela 2008, 3). Puiset rakenteet syntyvät pienemmällä energiamäärällä kuin muut tavanomaiset rakennusmateriaalit, ja lisäksi puiden tuotantoon eli kasvuun tarvittava energia on luonnollista ja uusiutuvaa. Kasuvat puut yhdistävät yhteyttämällä ilmakehän hiilidioksidin ja maaperän veden orgaaniseksi materiaaliksi. (Beyer ym. 2006, 12.)

Puisten rakennustuotteiden valmistus aiheuttaa hyvin vähän hiilidioksidipäästöjä muihin materiaaleihin verrattuna (taulukko 2) ja niiden käyttö rakentamisessa korvaa sellaisia tuotteita, joiden valmistus aiheuttaa suuria hiilidioksidipäästöjä (Puuinfo Oy n.d.b.). Puuhun varastoituneen hiilidioksidin määrä on moninkertainen verrattuna puutuotteiden valmistuksen aiheuttamiin päästöihin (Puuinfo Oy n.d.d.). Muiden puutavaroiden kuin hirren ja sahatavaran hiilijalanjälki saattaa kuitenkin olla merkittävästi suurempi valmistusprosessin takia, jossa saatetaan käyttää fossiilisia polttoaineita ja epäorgaanisia polymeerejä, kuten liimoja (Häkkinen & Ruuska 2012, 12). Puutuotteiden valmistuksessa ympäristörasitteiksi laskettavia päästöjä syntyy periaatteessa vain energiajätteen korjuun, käsittelyn ja kuljetuksen aiheuttamista päästöistä (Alasaarela 2008, 3).

Taulukko 2. Rakennusmateriaalien valmistamisesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt tuotettua materiaalikiloa kohden. Osa materiaaleista varastoi hiiltä, ja niiden hiilijälki on siksi negatiivinen. (SAFA n.d.a.)

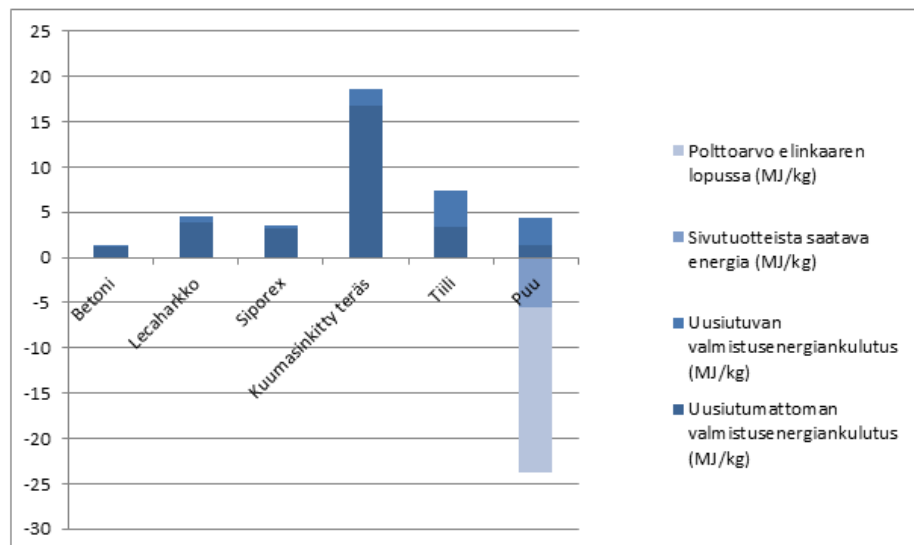
<b>Materiaali</b>	<b>CO<sub>2</sub>-päästöt/materiaalikilo (CO<sub>2</sub>/kg)</b>
Puu	-1,41
Vaneri	-0,68
Puukuitulevy	-0,58
Betonielementti	0,12
Rakenneteräs	0,20
Punatiili	0,22
Lasivilla	1,47
Polyuretaani	4,40
Alumiini	11,92

Puun ekologiisiin ominaisuuksiin kuuluu myös sen kierrätettävyyys. Puurakennuksen tullessa elinkaarensa loppuun sen osat voidaan joko kierrättää tai hyödyntää energiana. Jätelain (17.6.2011/646) mukaan kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava etusijajärjestystä. Etusijajärjestyksen mukaisesti on ensisijaisesti vähennettävä syntyneen jätteen määrää ja haitallisuutta. Jos jätettä kuitenkin syntyy, se on ensisijaisesti valmisteltava uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä. Jos kierrätys ei ole mahdollista, jäte on hyödynnettävä muulla tavoin, kuten energiana. Viimeisenä vaihtoehtona on jätteen loppukäsittely eli sijoittaminen kaatopaikalle. (JäteL 2:8 §.)

Puurakenteiden uudelleenkäyttö riippuu puun laadusta. Huonolaatuista puujätettä, kuten kosteus- ja homevaurioitunutta, ei voida terveydellisistä syistä käyttää uudelleen, ja siksi se poltetaan. Myös osa materiaalina hyödynnettäväksi kelpaavasta puujätteestä menee energiantuotantoon. (Häkaste & Peuranen 2014, 12.) Energiakäyttö voi olla poissuljettu vaihtoehto

esimerkiksi silloin, kun puuta on käsitelty haitallisilla aineilla. Esimerkiksi kyllästetty puu on kaatopaikkajätettä, koska sitä ei kyllästeaineiden vuoksi voida käyttää energiantuotantoon tai käyttää uudelleen rakennusmateriaalina. (Koskela ym. 2011, 24; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2013, 218.) Puun uudelleenkäyttö on sitä helpompaa, mitä alhaisempi puun jalostusaste on.

Kuten kuvasta 2 nähdään, puutuotteista saadaan enemmän energiaa kuin niiden valmistaminen ja kierrättäminen ovat kuluttaneet (Rakennusparkki 2014). Puusta saatu energia on uusiutuvaa sekä puhdasta, sillä siinä on vain vähän rikkiä ja typpeä, eikä siitä synny juuri lainkaan tuhkaa. (Beyer 2006, 54.) Elinkaarilaskennassa puun polton hiilidioksidipäästöt merkitään usein nollassa, sillä sama määrä hiilidioksidia sitoutuu puuhun kasvun yhteydessä kuin mitä poltossa vapautuu (Koskela ym. 2011, 22). Puun poltossa vapautuu sama määrä hiilidioksidia kuin mitä vapautuisi, jos puu lahoaisi metsässä. Puujäte tulisi saada pois kaatopaikoilta, sillä se on biohajoavaa ja lisää kaatopaikoilla metaanipäästöjä. Ympäristöministeriö valmisteleeekin biohajoavan jätteen kaatopaikkakieltoa vuodelle 2016, ja tämä tulee vaikuttamaan myös rakennusjätteen keräykseen ja hyödyntämiseen. (Motiva Oy 2015a.) Puun hyödyntämisaste on tällä hetkellä noin 86 prosenttia, kun mukaan lasketaan materiaali- ja energiahyödyntäminen (Häkkinen ym. 2013, 18).



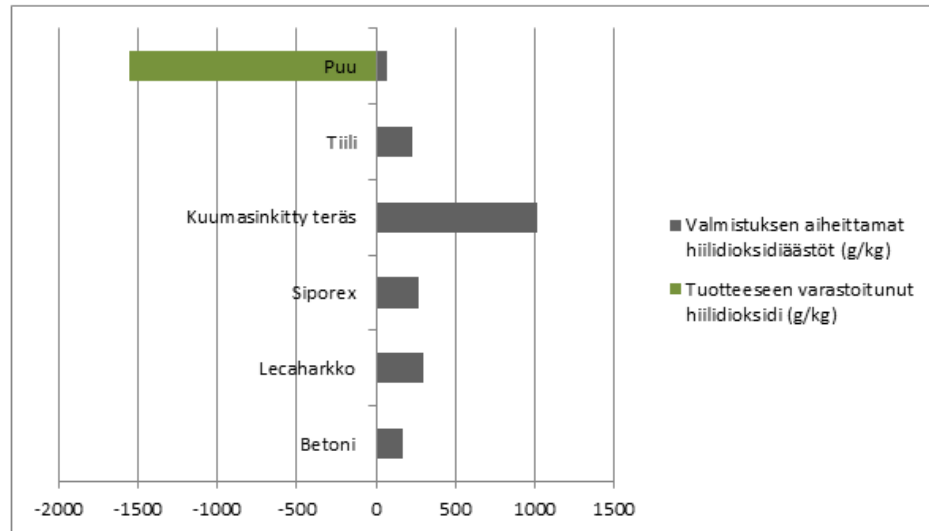
Kuva 2. Eri rakennusmateriaalien valmistuksen energiankulutus sekä sivutuotteista ja elinkaaren jälkeisestä käytöstä saatu energia. (Puuinfo Oy n.d.i.)

Puutavaran sivutuotteiden energiakäyttöä on myös kritisoitu. Vaikka puuhun sitoutunut hiilidioksidi on määrältään sama riippumatta siitä, poltetaanko puu vai lahoako se metsässä, poltettaessa hiilidioksidi vapautuu ilmakehään kerralla eikä poltetun puun tilalle kasvava metsä ehdi kasvaa ja sitoa ilmakehän hiilidioksidia samaan tahtiin. Jos puu jätetään metsään lahoamaan, on hiilidioksidin vapautuminen niin hidasta, että tilalle kasvava metsä ehtii sitoa saman määrän hiilidioksidia ilmakehästä. Lisäksi kun hyvässä kasvuiässä olevia puita kaadetaan, tilalle kasvava metsä kasvaa alkuun hitaammin kuin mitä kaadettu metsä olisi kasvanut. Alle sadan vuoden

aikajänteellä metsätähteiden polttaminen lisää hiilidioksidin määrää ilmakehässä, eli toisin sanoen edistää ilmastonmuutosta. Puun poltosta vapautuvan hiilidioksidin määrän lämpötehoa kohti uskotaan myös olevan enemmän kuin kivihiilestä vapautuvan hiilidioksidin määrä. Puun poltosta aiheutuva hiilidioksidipäästö voi olla 30–40 vuoden aikavälillä samaa luokkaa tai jopa suurempi kuin kivihiilen päästöt. Metsäenergian päästöjä laskettaessa tulisi ottaa huomioon, että ilman metsien biomassan energiakäyttöä metsät olisivat suurempia hiilinieluja kuin siinä tapauksessa, että biomassaa käytetään energiantuotannossa. Lisäksi puun poltosta pääsee ilmakehään haitallisia pienhiukkasia. (Hamilo 2013; Ukkola 2010.)

Puutuotteiden tuotanto ja valmistaminen tuottavat hyvin vähän jätettä, sillä lähes kaikki tuotannosta ja valmistuksesta aiheutuvista sivuvirroista pystytään hyödyntämään muiden puutuotteiden raaka-aineina tai energiana (Beyer ym. 2006, 49). Puun käsittely ja puuraaka-aineiden tuotanto tuottaa kuitenkin ravinteita ja orgaanista ainesta sisältäviä jätevesiä, joilla voi olla esimerkiksi vesistöjä rehevöittäviä vaikutuksia. Puun käsittelyprosessissa voi myös vapautua ympäristölle tai terveydelle haitallisia pintakäsittely- tai säilöntäaineita. (Häkkinen ym. 2013, 27.) Puun tuotanto on kuitenkin melko saastuttamatonta: jos puiden annettaisiin kasvaa omia aikojaan yhteyttämällä, eivät ne saastuttaisi lainkaan. Metsänhoito, kuten lannoittaminen ja hakkuut, aiheuttavat kuitenkin hieman päästöjä. Metsiä lannoitetaan yleisimmin typellä, fosforilla ja boorilla. Fosfori ja typpi ovat vesistöjä rehevöittäviä ravinteita. Huolellisella lannoituksen suunnittelulla metsät voidaan kuitenkin lannoittaa ympäristöystävällisesti. (Yara Suomi Oy n.d., 24.)

Buchananin (n.d.) listaamien kestävien rakennusmateriaalien kriteerien lisäksi puulla on myös muita ekologisia ominaisuuksia, kuten pitkäikäisyys, kestävyys, kyky sitoa hiiltä (kuva 3, s. 19) ja kyky korvata saastuttavampia materiaaleja. Rakennusten puumateriaalit toimivat hiilivarastona siihen asti, kunnes puu poltetaan tai se lahoaa, ja niissä oleva hiili vapautuu ilmakehään. Puurakentamisella voidaan viivästyttää puuhun sitoutuneen hiilidioksidin vapautumista, ja varsinkin pitkäikäiset puutuotteet toimivat tehokkaina hiilivarastoina. Puurakenteiden käyttö myös lisää tietyn pinta-alan kautta saatua hiilivarastoa: rakennuksen elinkaaren aikana sama pinta-ala metsää on tuottanut alkuperäisen, kaadetun metsän verran uutta puuta ja samalla on voitu säilyttää valtaosa alkuperäisen metsän hiilivarastoa. (Koskela ym. 2011, 22.) Keskiverto suomalainen puinen omakotitalo sitoo puurakenteissaan noin 30 tonnia ilman hiilidioksidia. Tämä vastaa yhden kuluttajan keskivertoautoilun yli 10 vuoden hiilidioksidipäästöjä. (Puuinfo Oy n.d.b.)



Kuva 3. Eri rakennusmateriaalien aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ja materiaaleihin varastoituneen hiilidioksidin määrä. (Puuinfo Oy n.d.d.)

Hiilen sitominen maaperään, metsiin ja meriin on luonnollinen tapa tasata kasvihuonekaasuja. Helppo tapa vahvistaa näitä luonnon prosesseja on metsänhoito, sillä kestävästi hoidetussa metsässä hiili varastoituu sekä puihin että maaperään. Kun puuta kaadetaan ja jalostetaan tuotteiksi, puumassaan varastoitunut hiili pysyy poissa ilmakehästä koko tuotteen elinkaaren ajan. Samaan aikaan kaadetun metsän tilalle istutettu taimikko imee hiiltä pois ilmakehästä. (Laukkanen 2014.) Ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta voidaan vähentää siis sekä vähentämällä päästöjä että poistamalla ja varastoimalla hiilidioksidia. Ihmiskunta tuottaa vuosittain 7 900 miljoonaa tonnia hiiltä ilmakehään, ja tästä määrästä hiilinielut sitovat 4 600 miljoonaa tonnia. Joka vuosi ilmakehään syntyy näiden erotuksena 3 300 miljoonaa tonnia hiiltä. Epätasapainon korjaamiseksi pelkkien hiilen lähteiden vähentäminen ei riitä, vaan on myös alettava lisätä hiilinieluja ja -varastoja. (Beyer ym. 2006, 14.) Puutuotteet eivät itsessään enää ole hiilinieluja vaan lähinnä hiilivarastoja, sillä ne eivät enää sido hiiltä itseensä, vaan tarjoavat fyysisen varaston hiilelle, joka aiemmin oli ilmassa kasvihuonekaasuna (Gustavsson & Sathre 2009, 9).

Puuta rakennusmateriaalina käyttämällä voidaan myös korvata suuripäästöisempien rakennusmateriaalien käyttöä. Gustavssonin ym. (2006, 15) tekemän tutkimuksen mukaan puun käyttäminen rakentamisessa betonin sijaan olisi tehokkaampi tapa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä puuyksikköä kohden kuin kivihiilen korvaaminen puulla energiantuotannossa. Puurakentamisella voitaisiin leikata rakentamisen hiilijalanjälkeä kymmenillä prosenteilla, ja samalla saataisiin sivutuotteena bioenergiaa (Rakennusparkki 2014), kun polttokelpoisella puulla korvattaisiin energiantuotannossa fossiilisia polttoaineita (Koskela ym. 2011, 24). Häkkisen ja Ruuskan (2012, 26–32) tekemässä tutkimuksessa tutkittiin kolmea eri kehitysskenaariota puunkäytössä vuoteen 2030 saakka. Tutkimus osoitti, että puunkäytön lisääntyminen rakentamisessa vähentäisi Suomen kasvihuonekaasupäästöjä enimmillään jopa 52 prosenttia. Kehitysskenaarioissa tutkittiin puurakenteisten kerrostalojen osuutta kaikesta uudisrakentamisesta. 52 prosentin



päästövähennemä saavutettaisiin skenaariossa, jossa puurakentamisen osuus uudisrakentamisesta olisi 82 prosenttia. Puurakentaminen aiheuttaa kiistatta pienemmät päästöt teräksen ja betonin valmistukseen nähden, mikäli se pystyy korvaamaan nämä rakennuksissa siten, että saavutetaan sama käytön aikainen energiankulutus. Täydellistä korvaavuutta ei kuitenkaan ole mahdollista tavoitella, joten puun teknisesti toteuttamiskelpoisen korvauspotentiaalinen kasvihuonekaasuvähennys jää korkeintaan muutaman prosentin luokkaan kaikista Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. (Häkkinen ym. 2011, 36.) Gustavssonin ja Sathren (2009, 9) mukaan puutuotteiden elinkaaren kasvihuonekaasupäästösäästöissä merkittävin tekijä on puun käyttö energiantuotantoon ja fossiilisten polttoaineiden korvaaminen.

Puu on rakennusmateriaalina myös kevyt, kestävä ja pitkäikäinen. Puurakenteet ovat keveitä ja kuluttavat siksi vähemmän luonnonvaroja kuin esimerkiksi kivi- tai betonirakenteet. (Puuinfo Oy n.d.b.) Suomalainen puu on rakenteeltaan lujaa ja kestävä. Suomi kuuluu kylmään ilmastovyöhykkeeseen, jossa vuosittainen kasvukausi on vain noin 100 päivän mittainen. Lyhyt kasvukausi merkitsee hidasta kasvua, joka voi kestää 60–120 vuotta. Hitaan kasvun ansiosta syntyy suorakuituista puuainesta, jossa on vähän ja pieniä oksia. Kasvu on symmetristä ja rungot suoria sekä pyöreitä. Lisäksi nuorpuun osuus on pieni ja sydänpuun suuri, eli tuloksena on kova, sitkeä, tiivis ja suorasyinen puuaines. (Puuinfo Oy n.d.f.) Käsittelemätön puupinta kestää pohjoismaisissa olosuhteissa pitkään: se pehmenee vain 3–5 millimetriä sadassa vuodessa. Periaatteessa puurakennus kestää niin kauan kuin sitä halutaan huoltaa. Puurakennuksen elinikää pidentää helppo korjattavuus, osien vaihdettavuus ja kunnostettavuus ilman että koko rakennus pitää purkaa. (Puuinfo Oy n.d.h.) Puurakennusten muunneltavuus on helppoa (Beyer ym. 2006, 65), ja alkuperäistä rakennusta voidaan muokata paremmin tarpeita vastaavaksi sen sijaan, että se purettaisiin.

Ekologisten näkökohtien lisäksi puun käyttö rakentamisessa tukee myös kestävä kehityksen muita ulottuvuuksia. Puurakentaminen on taloudellisesti kestävä, koska se perustuu uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntämiseen (Puuinfo n.d.g.). Se myös tasaa aluetalouden eroja, sillä suuri osa rakennusosien ja -tuotteiden valmistuksesta tapahtuu kasvukeskusten ulkopuolella. Vuonna 2007 puuala työllisti 174 000 suomalaista (Puuinfo Oy n.d.h.).

Puun tuotannolla on kuitenkin myös haittapuolensa: se tarvitsee pinta-alallisesti huomattavasti suuremman maa-alan kuin esimerkiksi metallin tai betonin valmistus. Toisaalta eri materiaalien tuotannon tarvitsemaa pinta-alaa ei voida näin yksiselitteisesti verrata, sillä puun tuotantoon käytetty maa-ala uudistuu ja siitä on puutuotteen lisäksi myös muita hyötyjä. Sahatavaran valmistus käyttää päärakennusmateriaaleista vähiten makeaa vettä, mutta tulos olisi toisenlainen jos puun kasvuun tarvittava vesimäärä otettaisiin huomioon. (Häkkinen ym. 2013, 26.) Puun kasvuun tarvitsema vesi tulee kuitenkin luonnollisesti sateena taivaalta, eikä se sellaisenaan ole pois maailman vesivarannosta. Metsätalous on myös Suomessa aiheuttanut monimuotoisuuden hupenemista. Metsien uudistamisessa on suosittu havupuita, ja tämän seurauksena lehtipuiden osuus kaikista puista on romahtanut. Myös metsien rakenne on muuttunut: metsätaloustyössä olevat metsät

ovat rakenteeltaan yhtenäisiä. Luonnontilaisessa metsässä puut ovat lajittolisen vaihtelun lisäksi eri-ikäisiä ja -kokoisia. Puulajien monimuotoisuus edistää eliölajien monimuotoisuutta. Talousmetsissä on hyvin vähän kuollutta eli lahoa puustoa, josta riippuvaisia eliölajeja Suomessa on noin 5 000. (Carlson 2008, 102–103.)

Vaikka puurakentamisella ei voida korvata kaikkia betoni- ja teräsrakenteisia rakennuksia, on puurakentamisella Suomessa suuret kasvumahdollisuudet esimerkiksi kerrostalorakentamisessa sekä julkisessa rakentamisessa. (Karjalainen n.d.) Rakentamisen volyymi tulee lähivuosina kasvamaan sekä Suomessa että ulkomailla, ja rakennusmateriaalien valintojen merkitykseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä (Häkkinen ym. 2011, 36).

## 6 HIRSIRAKENTAMINEN JA SIIRRETYT HIRSIRAKENNUKSET

Hirsitaloteollisuus ry:n (2012) mukaan hirsi on puusta valmistettu muotokappale, jonka paksuus on vähintään 68 millimetriä. Hirsitaloksi määritellään Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan (2012, 4) rakennus, jossa ulkoseinien pääasiallinen rakennusmateriaali on hirsi, jonka keskimääräinen rakennekaksuus on vähintään 180 millimetriä.

Hirttä on Suomessa käytetty rakentamiseen jo kivilaudella, ja varhaisimmat hirsiset asuinrakennukset ovat ajalta 5 000 vuotta sitten. Noin vuonna 600 hirstä tuli Suomessa pääasiallinen rakennusmateriaali. Perinteisesti hirsirakennuksia on rakennettu tarpeen mukaan. Aluksi on aloitettu vaatimattomasti, ja rakennusta on laajennettu ajan ja tarpeen myötä. (Vuolle-Apiala 2012, 8–16.) Hirsi säilytti paikkansa rakennusten päärakennusmateriaalina Suomessa aina 1950-luvulle asti. Sitä käytettiin laajasti kaikenlaisten rakennusten rakentamiseen, koska sitä oli runsaasti ja se oli helposti saatavilla. Hirsirakenteiset talot väistyivät rankarunkoisten talojen tieltä sotavuosien jälkeen, kun 400 000 ihmiselle piti saada nopeasti koti. Hirren työstäminen ja kokoaminen rakennukseksi oli tuolloin vielä hyvin käsityövaltaista työtä, ja siirtoväestön asuttamiseksi tarvittiin nopeita ratkaisuja. Puurankarunko vastasi edullisuudellaan ja nopealla pystytystyöllään tuon ajan tarpeisiin. (Rinne 2010, 18.)

Hirsi on edelleen suosittu rakennusmateriaali Suomessa: teollisen hirren osuus omakotitaloista oli 12 prosenttia vuonna 2011, 13 prosenttia vuonna 2012 ja 14 prosenttia vuonna 2013. Uusien loma-asuntojen materiaalina hirsi on ylivoimaisesti suosituin. (Puuinfo Oy 2014.) Hirsirakennusten suosio on viime vuosina ollut kasvussa muun muassa hirsitalon hyvän ilmanlaadun vuoksi. Hirsirakenteinen talo hengittää, sillä sen ulkoseinät rakennetaan useimmiten ilman muovista höyrynsulkua, materiaalit ovat uusiutuvia ja ilmanvaihto toteutetaan koneellisen sijaan painovoimaisesti venttiilien ja hormien kautta. (Pöntinen 2015.) Myös hirren ekologiset ominaisuudet on ymmärretty: hirsi on kestävä rakennusmateriaali, jonka jalostusaste voidaan pitää alhaisena. Ruuskan tutkimuksessa (2013, 5) vertailtiin elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia perustasoisen rankarunkorakennuksen sekä kolmen erilaisen hirsitalon välillä. Hirsitaloissa puutuotteiden ja hirren

käyttö oli maksimoitu. Tutkimus osoitti, että materiaalituotannosta aiheutuvat päästöt ovat hirsitaloilla noin 40 prosenttia matalammat kuin niin sanotulla standarditalolla; hirsitalojen rakenteet sitovat 3,8–4,2-kertaisen määrän hiiltä standarditaloon verrattuna ja 50 vuoden elinkaaren aikaisten materiaalipäästöjen tarkastelu osoitti, että hirsitalojen kasvihuonekaasupäästöt ovat noin kolmanneksen matalammat kuin standarditalolla. Käytönaikainen energiankulutus oli hirsitaloilla korkeampi kuin standarditalolla. Tämä johtuu tilojen lämmitystarpeen erosta sekä erosta ulkoseinien U-arvoissa. Elin-kaarilaskennassa hirsitaloihin sitoutunut hiili ja niiden elinkaaren jälkeinen bioenergia hyvitettiin laskennassa, eli niillä saavutetut päästösäästöt vähennettiin elinkaaren aikaisista päästöistä. Jos näitä ei olisi hyvitetty laskennassa, hirsitalojen hiilijalanjälki olisi noin 10–19 prosenttia suurempi kuin standarditaloilla.

Vuoden 2012 rakennusten energiatehokkuusmääräyksissä hirsitaloilla on omat vertailuarvonsa. Esimerkiksi hirsirakennuksen kokonaisenergiankulutukselle (E-luku) on annettu hieman muita rakennuksia korkeammat arvot. Alle 120 neliömetrin pientalon E-luku ei saa ylittää arvoa 204 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa. Vastaavankokoisella hirsitalolla raja-arvo on 229 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa. Korkeampia arvoja on perusteltu hirsirakentamisen vähäisellä koko elinkaaren aikaisella ympäristökuormituksella. Samalla pyritään turvaamaan hirsirakentamisen jatkuvuus Suomessa. (Hirsitaloteollisuus ry 2012; Ympäristöministeriö 2012, 9.) Rakentamista koskevat asetukset tullaan kuitenkin Suomessa uudistamaan vuoteen 2018 mennessä (Ympäristöministeriö 2015). Lisäksi Euroopan unionin rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) edellyttää, että 31.12.2018 alkaen kaikki uudet julkiset rakennukset ovat lähes nollaenergiarakennuksia, ja että kaikkien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia 31.12.2020 mennessä (FInZEB n.d.). Uudistuvat rakennusmääräykset vaikeuttavat perinteistä hirsitalorakentamista, ellei määräyksissä huomioida talon koko elinkaaren hiilijalanjälkeä. FInZEB-hankkeessa ehdotettiin, että rakennuksen lämpöhäviöitä olisi vielä varaa pienentää esimerkiksi ikkunoiden U-arvon ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhdetta parantamalla (Rakennusteollisuus RT ry, Talotekniikkateollisuus ry & Ympäristöministeriö 2015).

Hirren heikko kohta on seinän U-arvo, jota nykyiset määräykset alleviivaavat (Veräjänkorva 2011). Hirsiseinä ei pidä ilmaa eikä eristä lämpöä yhtä hyvin kuin nykytalon seinä, mutta se hengittää, koska puu kykenee päästämään lävitseen vesihöyryä ja muita kaasuja sekä sitomaan vettä kastumatta (Lahtinen 2014, 79). Vuoden 2012 rakennusmääräyksissä rakennuksen U-arvon enimmäisarvo on kaikilla seinärakenteilla sama, eli 60 W/(m<sup>2</sup>K) [watti neliömetriä ja kelviniä kohti]. Rakennuksen lämpöhäviöiden laskennassa hirsiseinillä on oma vertailuarvo: seinän vertailuarvoksi on määriteltä 0,17 W/(m<sup>2</sup>K) ja hirsiseinän arvoksi 0,40 W/(m<sup>2</sup>K), kun hirsirakenteen keskimääräinen paksuus on vähintään 180 millimetriä (Ympäristöministeriö 2011, 13). Vuoteen 2020 mennessä uusien talojen on oltava erittäin energiapihejä, ja tähän tähdätään koneellisella ilmanvaihdolla sekä tiivistämällä rakenteita ja tehostamalla lämmön talteenottoa. Lahtisen (2014, 62) mukaan tulisi kuitenkin pitää mielessä, että käyttötottumukset ovat keskeisemmässä asemassa kuin minkään yksittäisen rakennusosan eristysarvojen parantaminen.

Vanhat hirsirakennukset ovat tunnetusti lujaa tekoa – esimerkkinä Suomen vanhin säilynyt hirsikehikko, Pyhän Henrikin kappeli Kokemäellä, jonka vanhimmat hirret ovat 1100-luvulta (Vuolle-Apiala 2012, 10). Vanhojen hirsirakennusten paras laatutakuu on niiden ikä. Jos ne ovat kestäneet tähän saakka, niissä tuskin on mitään suurta rakenteellista vikaa. Myös ennen on rakennettu väärin ja huonosti, mutta nämä rakennukset eivät ole säilyneet näihin päiviin asti. Suomen taajamissa ja maaseudulla on yli 200 000 hylättyä rakennusta, joista ainakin yli puolen oletetaan olevan ennen vuotta 1940 rakennettuja hirsirunkoisia rakennuksia (Kinnunen 2013, 2). Monet hyväkuntoiset hirsirakennukset ovat vailla käyttöä vain siksi, että ne sijaitsevat väärässä paikassa – tyhjenevällä maaseudulla tai taantuvassa kaupungissa (Jaakkola n.d.).

Hirsitalot on alun perin rakennettu siirrettäviksi. Siksi niitä ei ole vuorattu ulkopuolelta tai verhottu sisäpuolelta, eikä rakenteita yleensä ole naulattu toisiinsa kiinni. Näin hirsirakenteiden irrottaminen toisistaan ja koko kehi-  
kon siirtäminen paikasta toiseen on tehty helpoksi. (Puurunen 2000, 3.) Vanhat hirret ja hirsikehikot ovat aikoinaan olleet arvokasta materiaalia. Veistäminen on ollut niin suuritöistä, ettei hirttä ole kannattanut heittää hukkaan ja siksi hirsirakennuksia on purettu ja siirretty tarpeen mukaan, tai osia käytetty uuteen rakennukseen. (Vuolle-Apiala 2012, 99.) Hirsitalon ensimmäinen siirto on voitu tehdä jo rakennusvaiheessa, kun kehikko on tehty valmiiksi kaadetun puutavaran äärellä metsässä ja siirretty sen jälkeen varsinaiselle paikalleen. Rakennuksia on myös siirretty esimerkiksi silloin, kun ison maalaistalon päärakennus on jaettu kahdelle talon pojalle tai talon tytär on saanut myötäjäisinä mukaansa aitan. (Rinne 2010, 29.)

Rakennukset voidaan siirtää joko kokonaisina, elementteinä tai osina. Kokonaisena rakennus voidaan siirtää lyhyitä matkoja vetämällä sitä jonkinlaista rataa pitkin, ja pitkiä siirtoja varten rakennus nostetaan kuljetuslavelle. Kokonaisena siirron etuna on toimenpiteen nopeus ja se, ettei useimpia rakennusosia tarvitse irrottaa paikoiltaan. Salvokset ja varaukset saattavat kuitenkin siirrossa löystyä ja hataroitaa rakennetta. Hirsitaloja on myös siirretty sahaamalla seinät pystysuoraan poikki levymäisiksi elementeiksi. Ratkaisu ei kuitenkaan sovi kulttuurihistoriallisesti arvokkaan hirsitalon siirtoon ja on myös rakenteellisesti kyseenalainen, sillä hirsitalon luontainen rakenne tuhoetaan. Luontevin tapa siirtää hirsitalo on purkaa se ensin osiksi. Tämän siirtotavan hyvä puoli on se, että kaikki rakenteet ja rakennusosat joudutaan purettaessa käymään läpi, jolloin mahdolliset vauriot tulevat ilmi. (Puurunen 2000, 3-5.)

Kun vanha rakennus siirretään paikasta toiseen, sitä kohdellaan uudisrakentamisena. Maankäyttö- ja rakennuslain 113 §:n mukaan rakennus on ”kiinteä tai paikallaan pidettäväksi tarkoitettu rakennelma, rakenne tai laitos”. Näin ollen kun vanha rakennus siirretään, se saa uuden miljöön ja usein myös uudet perustukset. Tällöin kyse on lähinnä uuden rakentamisesta vanhoja rakennusosia käyttäen. (Korvo 2009.) Hirsikehikon siirtoon tarvitaan rakennuslupa, jota varten on laadittava muun muassa rakennuspiirustukset, energiatodistus ja LVI-suunnitelmat. (Palonen n.d.) Rakennuksen siirtämi-

nen alkaa kohteen tarkalla dokumentoinnilla. Kaikkien väliseinien, muurien, ovien, ikkunoiden ja muiden vastaavien paikat on mitattava ja tallennettava tarkoin, sillä alkuperäisiä piirustuksia ei yleensä ole käytettävissä. Samalla kartoitetaan rakennusosien vauriokohdat. Dokumentoinnin jälkeen alkaa purkaminen, jossa periaatteena on ottaa talteen kaikki käyttökelpoinen. (Jaakkola n.d.)

Kaikista ilmasto- ja ympäristöystävällisintä olisi rakennuksen korjaaminen sellaisenaan alkuperäisellä paikallaan (Huuhka 2014). Rakennussuojelun näkökulmasta rakennuksen siirtäminen on kuitenkin parempi vaihtoehto kuin sen hävittäminen, mutta esimerkiksi kulttuurihistoriallisesti merkittävät rakennukset olisi mieluiten saatava säilymään alkuperäisellä paikallaan ja alkuperäisessä miljöössään (Puurunen 2000, 3). Vanhan rakennuksen siirtoa tulee miettiä tarkkaan, sillä siirrettäessä vanha miljöö muuttuu peruuttamattomasti, siirtojen yhteydessä saattaa tuhoutua erinomaista materiaalia, vanhaa rakennustekniikkaa sekä rakennuksen historiallisia kerrostumia ja lopputulos saattaa olla lähempänä materiaalien uusiokäyttöä kuin vanhojen rakennusten säilyttämistä (Laine & Orrenmaa 2012, 25).

Ilmastovaikutuksiltaan olemassa olevan rakennuskannan hyödyntäminen on useimmiten parempi ratkaisu kuin uuden rakentaminen, varsinkin siinä tapauksessa, jos uudet rakennukset tulevat alueelle, jonne kaikki infrastruktuuri pitää rakentaa alusta asti. Vanhan rakennuskannan purkaminen ja sen korvaaminen uudisrakentamisella lisää ensi tilassa päästöjen määrää ilmakehässä, koska rakennusmateriaalien valmistaminen on hyvin energiantenssiivistä. (Berninger 2012, 88.) Vanhaa rakennuskantaa vaalimalla säilytetään myös perinteitä sekä rakennusten historialliset, kulttuuriset ja arkkitehtoniset arvot. Suomen rakennuskanta on eurooppalaisittain hyvin nuorta: Suomessa on vähemmän vanhoja rakennuksia kuin missään muualla Euroopassa. Siitäkin syystä vanhat rakennukset tulisi mahdollisuuksien mukaan säilyttää, sillä ne ovat kulttuurihistoriallisesti merkittäviä ja merkityksellisiä ihmisten kulttuuri-identiteetille. (Linnanmäki 2012.) Suomen kulttuuriympäristöstrategian (2014, 14) mukaan korjausrakentaminen ja tyhjiksi jäävien tai jääneiden rakennusten uusi käyttö on rakennusten säilymisen lisäksi myös työllisyystilanteen ja kestävä kehityksen näkökulmasta perusteltua.

## 6.1 Energiatehokkuus

Siirrettyjä rakennuksia kohdellaan valtakunnallisesti uudisrakentamisena, eli sitä koskevat samat energia- ja ilmanvaihtovaatimukset kuin uusiakin rakennuksia (Rinne 2010, 30). Vuonna 2012 voimaantulleet energiamääräykset koskevat vain uudisrakentamista. Keskeinen muutos uusissa määräyksissä oli siirtyminen kokonaisenergiatarkasteluun. Rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määritellään rakennustyyppikohtainen yläraja, joka ilmaistaan E-luvulla. E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen käyttämän energian tuotantomuoto. Rakentamismääräysten tavoitteena on parantaa energiatehokkuutta noin 20 prosentilla. (Ympäristöministeriö 2011.) Vaatimukset hankaloittavat perinteistä hirsirakentamista, jossa pyritään hengittäviin rakenteisiin, vältetään synteettisiä materiaaleja ja suositetaan yksinkertaisia teknisiä ratkaisuja, kuten painovoimaista ilmanvaihtoa ja varaavia puu-uuneja (Välimäki 2006, 3). Uutta rakennuslainsäädäntöä on

kritisoitu pelkän energiankulutuksen painottamisesta rakennuksen koko elinkaaren huomioonottamisen sijaan (Lahtinen 2014, 21; Pöntinen 2015).

Perinteinen hirsiseinä ei ole tarpeeksi eristävä eikä täytä nykyistä rakennusnormia. Puutetta voidaan kompensoida, eli koska seinät eivät ole tarpeeksi energiatehokkaita, tehdään talon ala- ja yläpohjasta tiiviimmät kuin säännöt vaativat. (Rinne 2010, 30.) Lahtinen (2014, 37–38) ja Linnanmäki (2012) kuitenkin huomattavat, että kulttuurihistoriallisesti merkittävällä ja vanhalla rakennuskannalla ei ole todellista merkitystä rakennuskannan energiatehokkuudelle, koska näiden osuus rakennuskannasta on niin pieni. Lahtisen (2014, 37–38) tekemien laskelmien mukaan ennen vuotta 1960 rakennettujen pientalojen lämmittämiseen kuluvan energian osuus oli vuonna 2011 noin 2 prosenttia Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Energiaremonteilla eli lämmöneristyksen parantamisella ja lämmitysenergian tarpeen laskemisella saavutettava säästöpotentiaali olisi Lahtisen mukaan Suomen kokonaisenergiankulutuksesta vain noin 0,1–0,3 prosenttia. Samalla saatettaisiin vaarantaa vanhojen rakennusten rakennustekninen toimivuus esimerkiksi eristämällä hirsirakennus materiaaleilla, jotka eivät hengitä.

Elinkaaritutkimukset osoittavat, että sekä vanhan korjaaminen että vanhan uudelleenkäyttö uuden rakentamisen sijaan ovat kokonaispäästöiltään uudisrakentamista vähäpäästöisempiä. Pesolan, Vehviläisen ja Virtasen (2011, 18) mukaan uudisrakentaminen aiheuttaa noin 360–660 kilogrammaa hiilidioksidia rakennettua neliometriä kohden enemmän päästöjä kuin energiatehokkaaksi peruskorjattu rakennus, vaikka näiden energiatehokkuus olisi samaa luokkaa.

## 6.2 Materiaalitehokkuus

Materiaaleja uudelleenkäyttämällä säästetään raaka-aineita ja energiaa sekä vähennetään päästöjä ja kaatopaikkajätettä (Huuhka 2010, 6). Kun vanha, hylätty rakennus siirretään, se kierrätetään ja käytetään uudelleen kokonaisuudessaan (kuva 4, s. 26). Luonnonvarojen säästeliään käytön kannalta on järkevää, että kerran käyttöön otetut luonnonvarat pidetään mahdollisimman pitkään käytössä (Rautelin 2010, 2). Sen sijaan, että rakennukset purettaisiin, tulisi ne ottaa käyttöön sellaisinaan tai ottaa niiden rakennusosat käyttöön ja näin vähentää uudisrakentamisen päästöjä ja luonnonvarojen kulutusta. Uudelleenkäytettyjen rakennusosien valmistamisesta aiheutunut hiilipäästö on jo syntynyt, eikä irrottamisesta ja työstämisestä aiheudu enää merkittäviä päästöjä. (Huuhka 2014.) Lisäksi rakennuksen sisältämä energia ja siihen valjastetut luonnonvarat menetetään, jos rakennus puretaan.

Taso 1.	Koko rakennuksen muuttaminen ja kunnostaminen uuteen käyttöön
Taso 2.	Koko rakennuksen purkaminen ja pystyttäminen toiseen paikkaan
Taso 3.	Rakennusosan käyttö sellaisenaan (esim. ikkuna karmeineen, uudelleenkäyttö)
Taso 4.	Rakennusosan käyttö osittain erittelyn jälkeen (esim. ikkunalasien uudelleenkäyttö)
Taso 5.	Rakennusosan ja materiaalin käyttö raaka-aineena (saman tuotteen tai muun tuotteen)
Taso 6.	Rakennusosan ja materiaalin käyttö "murskattuna" tai täyttömaana
Taso 7.	Rakennusosan ja materiaalin käyttö energiatuotantoon polttoaineena
Taso 8.	Jätteiden turvallinen hävitys.

Kuva 4. Rakennuksiin ja rakenneseisiin liittyvät uudelleenkäyttö- ja kierrätystavat jaetaan kahdeksaan eri tasoon. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2013, 85). Rakennusten siirtäminen sijoittuu tasolle 2.

Rakennusmateriaalina hirren elinkaari on pitkä. Hirsitavaraa on käytetty kerta toisensa jälkeen uudelleen, ja esimerkiksi vanhan asuinrakennuksen hirret ovat lopulta saattaneet päätyä talousrakennuksen rungoksi. Oikein hoidettuna hirsitalot ovat vuosisatoja kestäviä rakennuksia. (Puurunen 2000, 3; Vuolle-Apiala 2012, 107.) Vanhat hirret kannattaa käyttää aina uudelleen, sillä ne ovat useimmiten uusia hirsiiä kestävämpiä tiheydensä vuoksi. Vanhoissa hirsissä vuosilustojen paksuuden tuli olla enintään kolme millimetriä. Nykyisin näin tiheää puuta pitää erikseen etsiä. Siksi vanhojen rakennusten kunnostuskelpoiset puuosat kannattaa käyttää uudelleen. (Laine & Orrenmaa 2012, 11.) Kun vanha rakennus siirretään, kaikki käyttökelpoinen yleensä otetaan talteen, ja ainoa materiaali joka joudutaan korvaamaan kokonaan uudella, on hirsien välissä oleva tilke (Jaakkola n.d.). Vanhoilla rakennuksilla on usein yhtä paljon vuosia edessään kuin niillä on jo takanaan, ellei niitä pureta tai saneerata piloille (Hänninen 2012).

Rakennuksia siirtämällä ja korjaamalla myös pienennetään jätekuormia, kun vältetään rakennusten purkamiselta. Euroopan unionin etenemissuunnitelmassa kohti resurssiviisasta Eurooppaa on mainittu, että parantamalla rakentamista ja rakennusten käyttöä unionin alueella pystytään vähentämään yli 50 prosenttia materiaalien käyttöönotosta. Elinkaaren aikaiset parannukset resurssien ja energian käytössä, kestävämmät materiaalit, tehokkaampi jätteiden kierrätys sekä rakennusten parempi suunnittelu edistävät resurssitehokkaan rakennuskannan kehittymistä. Suunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi, että vuoteen 2020 mennessä tavanomaisesta rakennus- ja purkujätteestä kierrätetään 70 prosenttia. (Euroopan komissio 2011, 20.)

Vuonna 2011 rakentaminen tuotti Suomessa noin 2,2 miljoonaa tonnia jätettä, ja energiamääräysten tiukentuessa sekä rakennustoiminnan painopisteen siirtyessä korjausrakentamiseen jätemäärien ennustetaan kasvavan. Suomessa rakennusjätteiden hyödyntämisaste on Euroopan tasolla alhainen: rakennus- ja purkujätteen kierrätysasteeksi on arvioitu 26 prosenttia, kun muualla EU:ssa lukema on noin 47 prosenttia. Lukuun ei ole laskettu

jätteen hyödyntämistä energiana. Syynä eroon kierrätysasteessa on puujätteen suuri osuus Suomen rakennus- ja purkujätteestä. Suomessa puupohjaiset tuotteet muodostavat 41 prosenttia rakennus- ja purkujättemäärästä, ja suuri osa tästä poltetaan. Jotta jätedirektiivin 70 prosentin kierrätystavoite täyttyy, tulee puun hyödyntämistä materiaalina lisätä. (Hakaste & Peuranen 2014, 11–12.) Rakennusjätteitä paremmin kierrättämällä voitaisiin pienentää rakennuksen koko elinkaaren aikaisia päästöjä 11 prosentilla (Rantajärvi 2014).

## 7 TAPAUSTUTKIMUS KITINOJAN JA STUNDARSIN PERINNEKYLISTÄ

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli selvittää haastattelujen ja havainnoinnin avulla Seinäjoen Kitinojalla ja Mustasaaren Stundarsissa sijaitsevien perinnekylien ekologisuuutta. Haastattelut tehtiin teemahaastatteluina kesäkuun aikana Kitinojalla sekä Stundarsissa. Haastatteluilla ja havainnoinnilla haluttiin selvittää, miten perinnekylät tukevat ekologista kestävyttä ja miten jo olemassa olevien kylien toimintatavoista voitaisiin ottaa mallia Siipoon pilottikylään tai miten toimintatapoja voitaisiin kehittää.

### 7.1 Kitinoja

Kitinoja on noin 400 asukkaan kylä entisessä Ylistaron kunnassa ja nykyisessä Seinäjoen kaupungissa Etelä-Pohjanmaalla. Kylä sijaitsee noin 16 kilometrin päässä Seinäjoen ja noin 20 kilometrin päässä Ylistaron keskustasta. (Wikipedia 2015.) Kylä sijaitsee valtakunnallisesti arvokkaassa Kyrönjokilaakson kulttuurimaisemassa, jonka asutusta leimaavat 1800-luvun lopun pohjalaistalot (Puuinfo Oy 2012). Kitinoja on valittu vuoden eteläpohjalaiseksi kyläksi vuonna 2011 Eteläpohjalaiset kylät ry:n puolesta (Hautamäki 2011a) ja vuoden kyläksi vuonna 2012 Suomen Kylätoiminta ry:n puolesta (Halla 2012).

Kitinojan palvelut ovat viime vuosina vähentyneet, mutta jäljellä on vielä kaksi kampaamoja ja kirkko (Paikallissanomat 2010). Aiemmin kylässä oli myös kauppa, pankki, koulu ja eskari. Päätös koulun lopettamisesta tuli touko-kesäkuussa 2015. Eskari ja koulu ovat jatkossa viereisessä Halkosaaren kylässä, johon on noin viiden minuutin ajomatka (Hautamäki, sähköpostiviesti 1.7.2015).

Projektipäällikkö Taina Hautamäen (haastattelu 1.6.2015) mukaan ajatus Kitinojan perinnekylästä sai alkunsa vuonna 2002. Tällöin Hautamäki teki kuntalaisaloitteen silloiselle Ylistaron kunnalle, että kunnasta etsittäisiin alue, johon alettaisiin suunnitella kylää, jossa käytettäisiin perinteisiä rakentamistapoja. Kitinojalla oli jo alun perin yksittäisiä, asumiskäytössä olevia 1800-luvun lopun pohjalaistaloja (Puuinfo Oy 2012). Asiaa alkoi edistää Malkakoski-toimikunta, johon kuului Kitinojan kylän lisäksi Malkakosken kylä. Vuonna 2004 Länsi-Suomen Ympäristökeskuksen hankesuunnittelija teki ehdotuksen hankesuunnitelmasta, mutta se ei Hautamäen mukaan



ollut aivan sitä, mitä haettiin. Vuoden lopulla asia jäi kiireiden vuoksi tauolle.

Uuden kerran kylän perustaminen nousi esille vuonna 2009, jolloin Ylistaron kunta oli jo osa Seinäjokea. Aluksi perinnekylää mietittiin perustettavaksi Malkamäkeen Prikka Ylistaron Matkailuyrittäjät ry:n johdolla. Kitinojalaisen kyläaktiivi Keijo Kitinojan (haastattelu 1.6.2015) mukaan Malkamäki oli kuitenkin yhdistysten jäsenten mielestä liian kaukana Seinäjoen keskustasta, eikä alueella ollut kunnallistekniikkaa tai muita palveluja. Ehdotettiin, että kylä perustettaisiin viereiseen Kitinojan kylään, jossa oli valmiina sekä kunnallistekniikka että palvelut. Hautamäki ja Kitinoja alkoivat viedä projektia eteenpäin Kitinojan kyläseura ry:n kautta, ja hakivat hankkeelle rahoitusta. Kylässä oli aiemmin toteutettu EU-rahoituksella muun muassa liikuntasali ja valokuituverkko, joten kynnys rahoituksen hakemiseen ei ollut suuri.

Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan -hanke sai rahoituksen Seinäjoen seudun kehittämissyhistys Liiveri ry:ltä Euroopan maaseuturahastosta vuonna 2010 (Hautamäki 2011b, 4). Hankkeen pääsisältönä oli Kitinojan ja Malkamäen kylien perinteisen paikallisen rakentamistavan jatkamiseen perustuvan maankäyttösuunnitelman ja rakennustapaohjeen laatiminen. Lisäksi hankkeessa luotiin 3D-mallinnuksella malliesimerkkejä rakentamisesta (kuva 5, s. 29) sekä koottiin palveluverkostoa rakentajien tueksi. (Uho-utiset 2012a.) Perinnekyläalueen maankäyttösuunnitelman ja rakennustapaohjeet laati Arkkitehtitoimisto Gunilla Lång-Kivilinna Oy (Hautamäki 2011b, 4). Suunnitelmassa perinnekylälle varattu alue koostuu 12 tontista, joiden koko vaihtelee 4 000–5 400 neliömetrin välillä. Rakennustapaohjeiden tarkoituksena on luoda yhtenäinen, perinteistä rakentamista paa kunnioittava kylä, jossa voi luottaa myös naapurin rakentavan samoin periaattein. Alueelle voi joko siirtää vanhan, purku-uhan alla olevan pohjalaistalon, tai rakentaa uuden rakennuksen perinteisiä rakentamistapoja kunnioittaen. (Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan n.d., 6–7.)



Kuva 5. 3D-mallinnus valmiista perinnekyläalueesta. (Lång-Kivilinna 2011, 45.)

Hanke sai jatkoa huhtikuussa 2012, kun Liiveri ry rahoitti hanketta jälleen. Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan II -hankkeen tavoitteena oli parantaa pohjalaisen perinnerakentamisen edellytyksiä ja edistää Kitinojan perinnekylän toteutumista. Rahoitusta haettiin taas Kitinojan kyläseura ry:n nimissä. Hanke loppui maaliskuun lopussa 2013. (Uhoo-uutiset 2012b.) Kesällä 2015 perinnekylällä ei ollut projektiryhmää, vaan kylä kasvoi yksityisten rakentajien omina hankkeina. Perinnekylä on kesällä 2016 Seinäjoen Asuntomessujen etäkohde, ja tätä varten kylään tulisi rakentaa vähintään yksi näyttelytalo. (Hautamäki, sähköpostiviesti 1.7.2015.) Kesäkuussa 2015 perinnekylän tonteista neljä oli varattu, joista kahteen oltiin pystyttämässä taloa. Uutta hankerahoitusta ollaan mahdollisesti hakemassa muun muassa yleistä perinnerakentamisesta tiedottamista varten (Hautamäki, sähköpostiviesti 1.7.2015).

Kitinojalaisten (haastattelu 1.6.2015) mukaan Seinäjoen kaupunki on suhtautunut hankkeeseen skeptisesti. He kokevat, ettei kaupunki ole ottanut esimerkiksi kaavoitusasioissa millään lailla osaa perinnekylän muodostamiseen – alue on kaupungin lupauksista huolimatta yhä kaavoittamatta. Kitinojalaisten mukaan kyse on kaupungin johtoryhmän lanseeraamasta ajatuksesta, että alueelle ei rakenneta eikä sitä sen vuoksi kaavoiteta. He kokevat, että kaupunki ajaa keskittämispolitiikkaa, jonka mukaan Kitinoja on liian kaukana Seinäjoen keskustasta. Kylälaisten mukaan Seinäjoki koettaa parhaansa mukaan profiloitua kaupunkina, keskittäen sen vuoksi sekä markki-

nointinsa että tukensa juuri kaupunkimaisten alueiden kehittämiseen maaseutualueiden sijaan. He kokevat, että Seinäjoella kaupunki- ja maaseutupolitiikka ovat vastakkain, ja osittain sen vuoksi Kitinojan perinnekylän eteneminen on toisiaan ollut vaivalloista. Esimerkiksi kunnallistekniikkaa ja infrastruktuuria kaupunki ei perinnekyläalueelle rakentanut, vaan tämä jäi Kitinojan kyläseura ry:n vastuulle.

Kaavoitusviranomaisten mielestä perinnekylä on kitinojalaisten mukaan kuitenkin nähty edullisena asuinpaikkana hyvien yhteyksien päässä. Palvelut ovat noin 15 minuutin automatkan päässä sekä Seinäjoen, Nurmon että Lapuan keskuksista. Kitinojalaiset ovat sitä mieltä, että perinnekylä olisi hyvä rakentaa mahdollisimman lähelle kaupunkia, kunhan maalaismaisema vain säilyy. Kitinojan etäisyyttä Seinäjoesta kauemmas kyläläiset eivät perinnekylää rakentaisi, saati sitten alueelle, jossa väestö muutenkin vähenee. Kitinojalaiset tiedostavat, että perinnekylän rakentaminen osui lama-aikaan, jolloin rakentaminen on vähentynyt ja valmiit talopakettitkin menevät huonommin kaupaksi. Siitä huolimatta Kitinojan kylästä on ostettu tontteja tasaisesti viime vuosien aikana, kun taas esimerkiksi Ylistaron kirkonkylästä tontteja ei kitinojalaisten mukaan ole myyty lainkaan.

#### 7.1.1 Perinnekylän ekologisuus

Kitinojalla perinnekylän rakentumista kuvaamaan on käytetty termiä esteettis-ekologinen kulttuurirakentaminen, joka Hautamäen (haastattelu 1.6.2015) mukaan tarkoittaa kokonaisvaltaista kestävän kehityksen ajattelua. Sen lisäksi, että mietitään rakentamisen ekologisuutta, kiinnitetään huomiota myös estetiikkaan ja paikallista ja perinteistä rakentamistapaa kunnioittamalla rakennetaan myös kulttuurisesti kestävää kylää.

Kesäkuussa 2015 Kitinojan perinnekylässä ei ollut vielä yhtäkään valmista rakennusta, joten kylän ekologisuuden näkyminen käytännössä on toistaiseksi mahdotonta. Kylän perustamisen ydinajatus on kuitenkin ekologinen, vaikka sitä ei korostetakaan: kylään siirretään joko vanhoja, purkuuhan alla olevia rakennuksia tai rakennetaan perinteisin rakentamistavoin ja perinteitä kunnioittaen uutta. Tällöin rakennuksissa käytetään lähellä tuotettuja materiaaleja ja palveluita. Keskiössä ovat paikallisuus, perinteet, puurakentaminen sekä vanhan, käyttökelpoisen materiaalin hyödyntäminen uudelleen.

Kitinojan perinnekylän rakennustapaohjeiden tarkoituksena on luoda yhtenäinen kylä, jossa ympäristö tukee paikan henkeä ja miljöö on eheä. Rakentamisen lisäksi rakennustapaohjeilla ja maankäyttösuunnitelmalla ohjataan muun muassa pihapiirin muodostamista. Väljät tontit mahdollistavat perinteisen umpipiikan rakentamisen sekä jättävät tilaa esimerkiksi hyötypuutarhoille tai kotieläimille. Rakennustapaohjeet neuvovat käyttämään vanhoissa siirretyissä rakennuksissa mahdollisimman paljon rakennuksen alkuperäisiä osia, tai jos näitä ei ole saatavilla, niin erilaisissa rakennusvaraosapankeissa myytäviä vanhoja osia. Rakentamisessa kehoitetaan kunnioittamaan perinteisiä rakentamistapoja ja -materiaaleja, jotka yleensä ovat paikallisia, luonnonmukaisia ja kierrätettyjä. (Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan n.d., 7.)

Rakentamisen lisäksi rakennustapaohjeissa neuvotaan myös pihapiirien kasvillisuuden valinnassa. Jokaisen tontinomistajan tulisi esimerkiksi kasvattaa muutama koivu tien suuntaisesti tontille. Koivukujanne on merkittävä osa pohjalaista maisemaa, ja se toimii myös ilmavirtojen katkaisijana ja tien kuivattajana. Ohjeissa kehoitetaan suosimaan perinteistä suomalaista kasvillisuutta, kuten omenapuita, ruusuja ja muita koristekasveja. Perinnekylässä pihan pinnoite on luonnonkivisoraa ja metalliaitojen sijaan kylään suositellaan rakennettavaksi joko luonnonkivi- tai puusäleaitaa. (Lång-Kivilinna 2011, 36–37.) Rakennustapaohjeissa kielletään muun muassa muovien käyttö seinärakenteissa (paitsi märkätiloissa), muoviset tai muovipinnoitetut paneelit sekä akrylaattimaalit pinnoissa. Alueelle ei saa rakentaa niin kutsuttuja elintasosiipiä, tuuletusparvekkeita, moderneja piharakennelmia eikä näkyviin jääviä teknisiä rakennelmia, joihin lasketaan kuuluvaksi muun muassa tuulimyllyt, aurinkopaneelit ja lämpöpumput. (Lång-Kivilinna 2011, 39.)

### 7.1.2 Energia

Kitinojan perinnekylän ekologisuuden tarkastelu on vielä hyvin teoreettista, koska energia-, jäte- ja jätevesiratkaisut eivät ole vielä olleet toiminnassa, eikä niiden toimivuutta voida siten arvioida. Siksi myös näiden ratkaisujen ekologisuuden tarkastelu jää teoriatasolle.

Siirrettyjen rakennusten energiaratkaisuissa merkittävä seikka on se, kohdellaanko siirrettyä rakennusta uudis- vai korjausrakentamisena. Jos siirretty rakennus lasketaan uudisrakennukseksi, sitä koskevat tiukemmat energiatehokkuusvaatimukset kuin korjattavaa rakennusta. Kitinojan perinnekylään siirrettäviä rakennuksia kohdellaan korjausrakentamisena. Alueelle taloa siirtävän Mika Widgrenin (haastattelu 1.6.2015) mukaan hänen talonsa rakennuslupa meni kuitenkin uudisrakentamisena. Tämän jälkeen kunnan rakennusvalvonta päätti, että jatkossa siirrettäviin rakennuksiin suhtaudutaan korjausrakentamisena. Seuraavalle alueelle rakennuslupaa hakevalle on siitä syystä eri vaatimukset kuin Widgrenin talolle. Rakennusvalvonnassa on tehty periaatepäätös, että kaikkia Seinäjoen kaupungin alueelle siirrettäviä rakennuksia kohdellaan korjausrakentamisena, eli ikään kuin paikallaan korjattavina rakennuksina.

Kitinojan perinnekylän rakennustapaohjeisto kieltää näkyviin jäävät tekniset rakennelmat, kuten tuulimyllyt, aurinkopaneelit sekä lämpöpumput (Lång-Kivilinna 2011, 39). Niiden ei koeta kuuluvan perinteiseen pohjalais-taloon ja sen estetiikkaan. Hautamäen (haastattelu 1.6.2015) mukaan energia-asia on kuitenkin tärkeä, ja jos markkinoilla olisi esimerkiksi saumapel-tikattoon sopivia aurinkokeräimiä, ei niiden käytölle luultavasti olisi perin-nekylässä esteitä. Myös ilmalämpöpumppujen kohdalla on kyse estetiikasta, mutta myös rakennusteknisestä toimivuudesta: vanhaan tai perinteisin menetelmin rakennettuun uuteen rakennukseen asennetuista lämpöpum-puista on huonoja kokemuksia, eivätkä vanhojen rakennusten rakenne ja muut seikat välttämättä tue lämpöpumppujen toimintamahdollisuuksia parhaalla mahdollisella tavalla.

Alpo Kitinojan (haastattelu 1.6.2015) mukaan kylässä ei käytetä fossiilisia energiantuotantomuotoja, kuten öljyä tai turvetta. Rakennustapaohjeissa uusiutuvien energiamuotojen käyttöön ei velvoiteta, mutta sitä suositellaan. Hautamäen mukaan siihen voi luottaa, että perinteisellä tavalla rakentavat ihmiset haluavat esimerkiksi lämmittää rakennuksensa ekologisesti. Kesäkuussa 2015 rakenteilla olleet perinnekylän talot tulevat valmistuttuaan lämpiämään maalämmöllä sekä tulisijoissa poltetulla puulla. Alueelle on tehty myös selvitys yhteisestä hakelämpökeskuksesta, mutta investointi oli niin suuri, ettei lämpökeskusta rakennettu. Jos kaikki 12 tonttia olisivat heti olleet varattuna, hakelämpökeskus olisi luultavasti onnistunut. Tonteista varattuna oli silloin kuitenkin vain kaksi tai kolme, eikä lämpökeskusta ollut järkevää rakentaa vain muutamaa asutokuntaa varten.

Kitinojalla estetiikkaa pidetään rakennuksissa hyvin tärkeänä, ja kulttuuri- sekä rakennushistorialliset arvot ovat pääosassa. Kitinojalaiset kokevat, että edellytykset noudattaa uusia energiamääräyksiä ovat paremmat uusilla asuinalueilla. Widgren myös huomauttaa, että hirsitalon tekemiseen tai siirtämiseen kulunut energia on huomattavasti pienempi verrattuna uuden, tavanomaisen asuintalon rakentamiseen. Kitinojalla esteettiset ja historialliset arvot näyttäytyvät ensisijaisina verrattuna ekologisiin arvoihin, eikä perinnekylän koeta nykyisten energiamääräysten puitteissa voivan ottaa osaa ilmastomuutosta hillitseviin toimiin yhtä hyvin kuin uusilla asuinalueilla. Rakentamisen perinnekylässä koetaan kokonaispäästöiltään sekä koko elinkaareltaan olevan uusia asuinrakennuksia ekologisempaa. Perinnekylä halutaan rakentaa näyttämään siltä, miltä kylät näyttivät 1800-luvun lopussa, mutta niissä halutaan asua 2010-luvun tyyliin, asuinmukavuuksista tinkimättä. Talojen lämmittäminen on suunnitelmien mukaan pitkälti uusiutuviin energiamuotoihin perustuvaa, mutta suuri osa perinnekylän kuluttamasta sähköstä tulee luultavimmin olemaan ostosähköä, joka voi asukkaan päätöksestä olla joko uusiutuvaa tai uusiutumaton energia.

### 7.1.3 Jäte ja jätevesi

Seinäjoen alueen jätehuollon hoitaa Lakeuden Etappi Oy, joka on yhdeksän osakaskunnan omistama jätehuolto-yritys, jonka vastuulla on osakaskuntien lakisääteinen jätehuolto (Lakeuden Etappi Oy 2015a). Lakeuden Etappi Oy:n jätehuoltomääräyksistä päättää osakaskuntien yhteinen Lakeuden jätelautakunta (Lakeuden Etappi Oy 2015b). Kesä-heinäkuussa 2015 jätelautakunta oli muuttamassa kunnallisia jätehuoltomääräyksiä (Lakeuden jätelautakunta n.d.). Kesäkuussa 2015 voimassa olleiden jätehuoltomääräysten mukaan jokaisesta kunnan kiinteistökohtaiseen jätteenkuljetuksen piiriin kuuluvasta kiinteistöstä on kerättävä poltettavaa jätettä, eli kierrätyskelvotonta lajiteltua yhdyskuntajätettä. Jätettä saa myös kompostoida kiinteistöllä. Poltettavaan jätteeseen kuulumattomat jätteet tulee toimittaa niille tarkoitettuihin keräyspisteisiin, kuten ekopisteisiin tai keräysasemalle. (Lakeuden jätelautakunta 2013, 8-11.) Uudet jätehuoltomääräykset eivät luonnoksen mukaan tule juuri muuttamaan kierrätysvaatimuksia omakotitalojen tai muiden yhden huoneiston kiinteistöjen kohdalla (Lakeuden jätelautakunta 2015, 7). Kitinojan perinnekylässä jätteiden keräys hoidetaan kiinteistökohtaisesti, ja kierrätyksen taso on riippuvainen asukkaiden innosta

kierrättää. Kompostoinnin lisäksi alueelle ei näillä näkymin ole tulossa muuta jätteen hyödyntämistä sen syntypaikalla.

Jäteveden puhdistuksesta teetettiin suunnitelma koko Kitinojan kylää varten, koska kylän jätevesien puhdistusta pohdittiin jätevesiosuuskunnan tai muun vastaavan kautta. Koko kylän jätevesihanketta ei kuitenkaan toteutettu, vaan jätevesien puhdistus päätettiin hoitaa perinnekylässä paikallisesti. Kesäkuussa 2015 alueelle rakennettavilla kiinteistöillä on toteutettu kolmen kiinteistön pienpuhdistamo, joka käyttää jäteveden puhdistukseen ilmastusta ja kemikaaleja. (Kitinoja, sähköpostiviesti 1.7.2015.) Biologiskemiallisen pienpuhdistamon jäteveden puhdistus perustuu mikrobien ja saostuskemikaalien yhteistyöhön, ja sen avulla voidaan käsitellä sekajätevedet. Mikrobit käyttävät biologista ainesta, fosforia sekä typpeä ravintonaan, jonka jälkeen jäljelle jäänyt fosfori saostetaan vielä kemiallisesti. Apuaineina jäteveden käsittelyssä käytetään ilmaa ja saostuskemikaalia, joka voi olla esimerkiksi rautaa tai alumiinia. Oikein toimivalla pienpuhdistamolla saavutetaan jätevesiasetuksen mukaiset puhdistusvaatimukset. (Oy Wat-Man Ab 2008.) Puhdistamoa varten maahan on kaivettu betonikaivo ja rakennettu viemäriverkkoa. Kun kiinteistöjä tulee perinnekylään lisää, voidaan ostaa suurempi betonikaivo tai tehdä toinen samanlainen, kolmen kiinteistön pienpuhdistamo. Jätevesien puhdistaminen paikallisesti on järkevä ratkaisu haja-asutusalueella, joka ei kuulu vesihuoltolaitoksen toiminta-alueeseen. Kitinojalla kolmen talon pienpuhdistamo oli kitinojalaisten mukaan edullisin ja järkevin ratkaisu.

## 7.2 Stundars

Stundarsin perinnekylä sijaitsee Sulvan kylässä, Mustasaassa, noin 17 kilometrin päässä Vaasan keskustasta. Sulvan kylän ytimen muodostaa Stundars, joka on sekä museo- että asuinalue. (MTV 2006.) Museoalueella on 70 siirrettyä rakennusta (kuva 6), jotka edustavat ruotsinkielisen Pohjanmaan maaseutua ajalta 1870–1910. Museo on tunnettu toiminnastaan museopedagogiikan, käsityön ja rakennussuojelun parissa. Museo antaa muun muassa rakennussuojeluneuvontaa ja järjestää kursseja sekä tapahtumia. (Hästbacka 2014, 1.)



Kuva 6. Stundarsin ulkoilmamuseota. Museorakennuksia on siirretty alueelle vuodesta 1938 lähtien. (Kuva: Siru Perälä, 2015.)

Stundarsin museo- ja perinnekyläalueelta avautuu näkymä Söderfjärdeniksi kutsuttuun alueeseen, jonka on muovannut noin 520 miljoonaa vuotta sitten paikalle törmännyt meteoriitti (Solf 2015–2025 – Solf Landbygds Framtid 2015, 8). Söderfjärdenin alue kuivatettiin viljelymaaksi vuosina 1919–1927 (Solf n.d.). Nykyään alue on tärkeä lintujen muutonaikainen levähdys- ja ruokailualue, ja osa Natura 2000 -aluetta (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2013). Museovirasto (2009) on määritellyt Söderfjärdenin viljely- ja kylämaiseman osaksi valtakunnallisesti arvokasta Sulvan Söderfjärden -maisema-aluetta.

Vuonna 2013 Sulvalla oli 2 016 asukasta, joista 84 prosenttia puhui äidinkielenään ruotsia. Sulva on muuttovoittokunta, jonka asukasluvun ennustetaan nousevan 2 850 asukkaaseen vuoteen 2040 mennessä. Palveluita Sulvalla on monipuolisesti: kylässä on kirjasto, terveysasema, lähikauppa, pankki, ravintoloita, kukkakauppa sekä ruotsinkielinen ala-aste ja päiväkotia. (Solf 2015–2025 – Solf Landbygds Framtid 2015, 11–12.)

Alun perin idea siirretyistä 1800-luvun pohjalaistaloista muodostuvasta kylästä tuli Stundarsiin ruotsalaisen arkkitehdin ja käsityöläisen Bengt Lindströmin mukana. Lindström oli siirtänyt parituvan Ruotsissa jo vuonna 1958. Hän luennoi Suomessa Kruunupyssä kesällä 1974, ja luentoa kuuntelemassa ollut rakennusmestari Peter Båsk innostui ideasta ja meni luentoa seuraavana päivänä katsomaan Vaasassa Maakuntaliiton asiamiehenä toimintaa ystävänsä Kurt Gullbergiä. He puhuivat ideasta, että Stundarsin käsityöläiskylän läheisyyteen varattaisiin alue, johon vanhoja rakennuksia voitaisiin siirtää asuinkäyttöön, ja soittivat Stundarsin puheenjohtajana ja Mustasaaren kunnan asuntosihteerinä silloin toimineelle Brage Räfsbäckille, ja Stundarsin asuinalueen suunnittelu alkoi. (Gullberg n.d., 7–8; Båsk 20.7.2015.)

1960- ja 1970-luvuilla käynnistyi rakennusbuumi, joka pakotti kunnat tarjoamaan uusille asukkaille halpoja tontteja palvelujen läheisyydessä. Näin kävi myös Sulvan kunnassa, joka oli itsenäinen vuoteen 1973 saakka, kunnes se yhdistyi lähikuntien kanssa Mustasaareksi. Taloudellisista ja kunnallisteknisistä syistä koettiin johdonmukaiseksi kaavoittaa asuinalue kirkonkylän keskustaan. Kaava valmistui 20.10.1971. Kaavassa aivan Stundarsin käsityöläiskylän viereen oli kaavoitettu omakotitaloja noin 700–800 neliömetrin tonteille, rivitaloja sekä kolme kerrostaloa. (Gullberg n.d., 4–5.) Modernien rakennusten koettiin luovan uhan yhtenäiselle museoalueelle (Kevin 1975, 1). Niinpä työryhmä, johon kuuluivat muun muassa Båsk ja Räfsbäck, tekivät oman kaavaehdotuksen Mustasaaren kunnalle. Ehdotuksen mukaan Stundarsin käsityöläiskylän viereen kaavoitettaisiin alue, jossa on rakennuspaikkoja siirretyille rakennuksille. Tavoitteena oli luoda Stundarsin käsityöläiskylän läheisyyteen aktiivinen yhdyskunta, joka olisi ulkoilmamuseon kanssa esteettisesti yhtenäinen (kuva 7, s. 35). (Ingenjörbyrå Jord och Vatten AB 1976, 3–5.) Ehdotuksessa alueelle oli kaavailtu yhdeksää tonttia, joiden koko vaihteli 2 000–3 500 neliömetrin välillä (Luomuray 2015).





Kuva 7. Brage Räfsbäckin talon pihapiiriä. Rakennukset on maalattu pohjalaisrakennuksille perinteisillä väreillä ja puutarhoissa suositaan suomalaista kasvillisuutta, kuten omenapuita. (Kuva: Siru Perälä, 2015.)

Vuonna 1975 asiaa edistämään perustettiin noin 20 hengen projektiryhmä. Båskin ja Räfsbäckin mukaan (haastattelu 12.6.2015) projektiryhmä oli kylän muotoutumisen kannalta erittäin tärkeässä asemassa. Ryhmä oli innokas ja valmis muuttamaan alueelle sen toteutuessa. Projektiryhmä otti yhteyttä moniin eri tahoihin, kuten Vaasan lääninhallitukseen ja Mustasaaren rakennuslautakuntaan, sekä pyysi lausunnon muun muassa Museovirastolta. Projekti sai lehdistössä paljon huomiota ja tämä tuki samalla Stundarsin museoalueen toimintaa. (Räfsbäck n.d.) Työryhmän ehdottama kaava hyväksyttiin vuonna 1976. Alue oli silloin Sulvan seurakunnan omistuksessa, jolta Mustasaaren kunta maa-alueen osti. Vastuu fyysisestä aluesuunnittelusta ja kunnallistekniikasta tuli kunnalle. Båskin mukaan alueelle muuttaneet saivat kuitenkin äänensä kuuluviin aluetta suunniteltaessa. Samana vuonna kuin työryhmän ehdottama kaava hyväksyttiin, alueelle siirrettiin ensimmäinen rakennus. Båskin ja Räfsbäckin mukaan asuinalueella oli kesäkuussa 2015 yli sata rakennusta ja alueella asui lähes 20 perhettä. Lisäksi alueelle on osayleiskaavassa kaavoitettu ainakin viisi tonttia lisää.

### 7.2.1 Perinnekylän ekologisuus

Myös Stundarsin asuinalueella rakentamista ohjataan tarkasti. Kaavan mukaan alueelle saa siirtää vain purku-uhan alla olevia rakennuksia nimenomaan Pohjanmaalta. Rakennuksia ei saa siirtää alueelle, jos niillä on selviytymismahdollisuudet alkuperäisellä paikallaan. Perinteet ja paikallisuus ovat Stundarsin asuinalueen ydinidea, ja kaavassa on määritelty tarkkaan esimerkiksi se, että talojen sokkelien on oltava luonnonkiveä betonin sijaan, ja että talo pitää maalata pohjalaisittain perinteisillä väreillä, kuten punamullalla tai okrankeltaisella.

Alueella halutaan myös säilyttää mahdollisimman luonnonmukainen yleisilme, minkä vuoksi muun muassa TV-lautaset ovat kiellettyjä, teitä ei ole asfaltoitu (Ingenjörbyrå Jord och Vatten AB 1976, 9) ja puhelin- ja sähköjohdot on kaivettu maan alle (Räfsbäck n.d., 3.) Alue on maisemallisesti hyvin yhtenäinen, ja esimerkiksi roskakatokset ja postilaatit ovat kaikilla



samanlaisia ja alueen henkeen soveltuvia. Myös teiden varsilla olevat valopylväät on suunniteltu niin, etteivät ne ole ristiriidassa alueen muun estetiikan kanssa. Båskin mukaan rakentamisessa suositaan luonnonmukaisia materiaaleja, ja siirrettävissä rakennuksissa pyritään säilyttämään alkuperäiset osat.

Stundarsin asuinalueella suositaan perinteistä kasvillisuutta, ja esimerkiksi teiden varsilla on pohjalaishylleille ominaiset koivukujat (kuva 8). Suurille tonteille on rakennettava vähintään kolme rakennusta, jotta pihapiirit olisivat perinteisten umpipihojen kaltaisia. Tonttikoot mahdollistavat myös pienviljelyn ja kotieläinten pidon. Kesäkuussa 2015 Stundarsissa juoksenteli vapaana ainakin kanoja, jotka pitivät huolen siitä, että alueen etanakaan pysyy aisoissa. Lisäksi kanojen munia hyödynnetään leipomisessa ja ruoanlaitossa. Kanojen lisäksi muutamalla alueella asuvalla perheellä on vuohia. (Båsk 11.7.2015.)



Kuva 8. Stundarsin perinnetaloalueella teitä reunustavat pohjalaishylleille ominaiset koivukujat, eikä teitä ole asfaltoitu. (Kuva: Siru Perälä, 2015.)

### 7.2.2 Energia

Mustasaaren kunnassa siirrettyjä rakennuksia kohdellaan korjausrakentamisena. Stundarsin asukkaat ovat sitä mieltä, että alueen talot ovat verrattavissa museorakennuksiin, joita ei voi tai saa pilata moderniin rakentamiseen tarkoitetuilla rakennusmääräyksillä. Mustasaaren kunta ymmärtää alueen merkityksen, ja on tehnyt päätöksen suhtautua siirrettäviin rakennuksiin korjausrakentamisena. (Hautamäki 2011c.) Båskin mukaan pohjalaiseen rakennusperinteeseen liittyvää tiedotusta, verkostoitumista ja yhteistyötä toiminta-alueellaan edistävä Pohjalainen rakennusperintöyhdistys ry tekee töitä sen eteen, että koko Pohjanmaalla siirrettyihin rakennuksiin suhtaudutaisiin korjausrakentamisena.

Stundarsissa on pohdittu yhteisen lämpökeskuksen ja energiaa tuottavan vanhanaikaisen tuulimyllyn rakentamista perinnekyläalueelle. Ideat kuitenkin kompastuivat liian suuriin tontteihin ja liian pitkiin etäisyyksiin. Båskin mukaan oli oikea ratkaisu, että jokainen saa ratkaista energiansaannin oman mielensä mukaan. Lähes kaikissa perinnekylän taloissa on käytössä maalämpö, ja kaikissa taloissa on kaakeliuunit, joita käytetään talon lämmittämiseen päivittäin. Yhdessä talossa poltetaan pellettejä lämmön tuottamiseksi (Båsk 11.7.2015). Alun perin alueella lämmitykseen käytettiin öljyä ja puuta, mutta öljystä on ajan myötä luovuttu kokonaan.

Suuri osa lämpöenergiasta saadaan Stundarsissa uusiutuvista lähteistä, ja lämmön suhteen alue on melko omavarainen. Sähköä alueella ei tuoteta. Rakennusmääräykset eivät suoranaisesti kiellä pientuulivoimaloita tai aurinkopaneeleja, mutta niiden koetaan olevan ristiriidassa perinteisen pohjalaisen rakennusperinnön kanssa. Aurinkopaneeleista on tosin alettu keskustella. Niitä ei haluta katoille eikä seinille, mutta maan tuntumassa ne voitaisiin hyväksyä. Stundarsin perinnekylän sähkö hankitaan ostosähkönä, ja energiansäästö on jokaisen asukkaan omalla vastuulla. (Båsk 11.7.2015.)

### 7.2.3 Jäte ja jätevesi

Stundarsin jätehuollosta vastaa Ab Stormossen Oy, joka on Isokyrön, Korsnäsän, Maalahden, Mustasaaren, Vaasan sekä Vöyrin omistama osake-yhtiö, joka järjestää omistajakuntiansa jätehuollon (Ab Stormossen Oy n.d.a.). Perinnekylän kaikilla asutokunnilla on nelilokeroiset jäteastiat, joihin metalli, lasi, poltettava jäte ja biojäte on mahdollista kierrättää. Lisäksi biojätettä voidaan kompostoida omalla tontilla. Vaasan seudun jätehuoltomääräysten mukaan 1–4 huoneiston kiinteistöllä on kerättävä vähintään poltettavaa jätettä (Vaasan seudun jätelautakunta 2015, 8), eli Stundarsin perinnekylässä kierrätetään vapaaehtoisesti vähimmäisvaatimuksia enemmän. Ab Stormossen Oy:n toiminta-alueella myös biojäte voidaan lajitella poltettavaan jätteeseen kiinteistöillä, joissa on 1–4 asuntoa, mikäli kiinteistöllä ei ole biojätteen erilliskeräystä tai biojätettä ei kompostoida (Ab Stormossen Oy n.d.b). Kompostoinnin lisäksi Stundarsin perinnekylässä ei hyödynnetä jätteitä paikallisesti.

Stundarsin perinnekylässä on kunnan hoitama kunnallistekniikka, kuten viemärointi. Ensin Stundarsissa kuitenkin oli Båskin mukaan alueen oma puhdistuslaitos, mutta nykyään kaikki Sulvan keskustan jätevesi menee puhdistettavaksi Vaasaan, Pättin puhdistamoon. Yhdessä Stundarsin perinnekylän kiinteistössä on oma pienpuhdistamo, joka rakennettiin, koska kiinteistön tontilla ei silloin vielä ollut kunnan verkostoa. Nykyään verkosto on jo uudemmallakin alueella, mutta Båskin mukaan oman puhdistuslaitoksen rakentaminen on yhä mahdollista. Osassa taloista on myös tilapäisesti maasuodattamo, mutta tätä käyttävät talot tulevat ennen pitkää kunnallisen jätevesihuollon piiriin (Båsk 11.7.2015).

### 7.3 Yhteenveto Kitinojan ja Stundarsin perinnekyläen ekologisuudesta

Molempien tutkittujen perinnekyläen perusajatus on jo itsessään ekologinen. Kyliin joko siirretään alkuperäisellä paikallaan käyttämättömäksi jääneitä rakennuksia, tai rakennetaan uusia rakennuksia perinteitä, vanhoja rakentamistapoja ja materiaaleja kunnioittaen. Sekä Kitinojalla että Stundarsissa kylässä pyritään pitämään yhtenäinen maisema, ja rakennustapaohjeistolla ja -määräyksillä ohjataan rakentamista. Rakentamattomat alueet halutaan pitää mahdollisimman luonnollisina, ja materiaalina käytetään sekä rakennuksissa että aidoissa ja muissa vastaavissa lähes yksinomaan puuta. Kylissä suositetaan suomalaisia perinnekasveja ja teiden varrelle kasvatetaan pohjalaiskylille ominaiset koivukujanteet. Suurien tonttien ansiosta kylissä on mahdollista viljellä hyötykasveja, pitää kotieläimiä ja näin kasvattaa omavaraisuutta esimerkiksi ravinnon suhteen.

Perinnekylästä molemmat sijaitsevat kunnassa, jossa siirrettyjä rakennuksia kohdellaan korjausrakentamisena. Tämä on poikkeuksellista, sillä valtakunnallisesti siirrettyjä rakennuksia kohdellaan uudisrakentamisena. Molempien kyläen rakennuksissa käytetään tai on tarkoitus käyttää lämmöntuotantoon maalämpöä ja taloissa olevia tulisijoja. Molemmissa kylissä on myös suunniteltu kyläen yhteistä lämpökeskusta, joka ei kummassakaan kuitenkaan toteutunut. Lämmöntuotanto on kylissä pitkälti uusiutuviin energiamuotoihin perustuvaa ja omavaraista. Perinteistä rakentamistapaa ja kulttuurihistoriallisia arvoja painottavissa kylissä estetiikka laitetaan ekologisuuden edelle: estetiikan vuoksi taloihin ei haluta esimerkiksi aurinkopaneeleja. Sähköä ei kummassakaan kylässä tuoteta itse, vaan sähkö hankitaan ostosähkönä. Energiansäätöön ei panosteta tavanomaista enempää.

Molempien kyläen jätteet kerää ja käsittelee kunnallinen jätehuolto-yhtiö. Biojätteen kompostoinnin lisäksi muita jätelajeja ei hyödynnetä jätteen syntypaikalla. Kierrätys on kylissä asukkaiden omalla vastuulla, eli kierrätystaso riippuu asukkaiden omasta mielenkiinnosta kierrättää. Jätevedet tullaan Kitinojalla käsittelemään paikallisesti pienpuhdistamon avulla, koska alueella ei ole kunnallista viemäriverkostoa. Stundarsissa kaikki kiinteistöistä kuuluvat kunnallisen viemäriverkoston piiriin, mutta yhdessä kiinteistöistä jätevedet puhdistetaan omassa puhdistamossa. Ekologisesti molempien kyläen ratkaisut ovat perusteltuja: Kitinojalla kyläseura hoiti kunnallistekniikan, koska kunta ei hoitanut, ja Stundarsissa kunta oli alusta alkaen luvannut hoitaa kunnallistekniikan. Molemmissa kylissä jätevedet käsitellään tai tullaan käsittelemään erottamattomina eli mustina jätevesinä, joissa on samassa sekä WC- että pesuvedet.

Molempien perinnekyläen suurimmaksi haasteeksi ekologisuudessa muodostuu julkisen liikenteen puute ja etäisyys kaupunkikeskuksesta sekä palveluista. Molemmista kylästä on lähimpään kaupunkiin noin 15 kilometrin matka. Kitinojalla koululaislinja-autojen lisäksi muuta julkista liikennettä Seinäjoen suuntaan ei ole. Kevyen liikenteen väylä ulottuu viereisestä Halkosaaren kylästä Seinäjoelle asti, mutta väylää ei ole Kitinojan ja Halkosaaren välisellä, noin kuuden kilometrin matkalla. Palvelut Kitinojalla eivät ole niin kattavat, että ne poistaisivat tarpeen käydä Seinäjoella tai Lapualla. Kitinjalaisten mukaan suuri osa kyläläisistä käy Seinäjoella töissä. Perinnekylä on autoista riippuvainen. Stundarsissa tilanne on samankaltainen, eikä

julkinen liikenne tavoita perinnekylää. Toisaalta Sulvan kylän keskusta sijaitsee aivan Stundarsin asuinalueen vieressä, ja Sulvalla on huomattavasti paremmat palvelut kuin Kitinojalla. Palvelut vähentävät henkilöautoriippuvuutta, joka kuitenkin myös Stundarsissa on huomattava, koska suuri osa kyläläisistä käy töissä Vaasassa.

Molemmissa kylissä ekologisuutta on kuitenkin mietitty, ja ideoita nykyistä ekologisempien toimintatapojen käyttöönottamisesta on syntynyt. Kitinajan perinnekylä on vielä rakentumatta, joten haastateltavien oli hankala ajatella, minkälaisia ekologisia toimintatapoja voitaisiin ottaa käyttöön kylän valmistuttua. Kiinnostusta esimerkiksi kuivakäymälöihin sekä yhteisomistukseen kuitenkin on. Kuivakäymälöissä kitinojalaisia mietityttivät rakennusvalvontaviranomaisten suhtautuminen. Yhdeksi ideaksi nousi myös se, että perinnekylässä olisi esimerkiksi yhteinen akkuporakone tai muu kone, jota ei käytetä kuin muutaman kerran vuodessa.

Stundars on tunnettu yhteisöllisyydestään, ja Båskin mukaan eräälle kyläläiselle on annettu kerran 50-vuotislahjaksi talkootyövoimia. Naapureilta myös lainataan tarvittaessa työkaluja ja muuta, mutta tämän järjestelmällisempää yhteisomistusta Stundarsissa ei ole. Ideaa yhteissaunasta on myös pohdittu. Tällä tavoin jokaisen kylän asutokunnan ei tarvitsisi rakentaa taloonsa tai piharakennukseensa saunaa, vaan kylällä voisi olla yksi yhteinen.

Yhteenvedona voitaneen sanoa, että molemmissa kylissä edellytykset ja mahdollisuudet asua, elää ja toimia ekologisesti ovat sijaintia ja joukkoliikenteen puutetta lukuun ottamatta hyvät. Lämmöntuotanto on molemmissa kylissä uusiutuvaa ja omavaraista, mutta omaa sähköntuotantoa ei ole. Syynä tähän on se, että molemmissa kylissä estetiikka on niin tärkeä, eikä sen suhteen ainakaan toistaiseksi tehdä kompromisseja esimerkiksi pientuulivoimaloiden tai aurinkopaneelien hyväksymiseksi. Sähköä ei kummassakaan kylässä pyritä järjestelmällisesti säästämään. Kylissä on ehkä tuudittauduttu liikaa ajatukseen, että rakennusten siirtäminen säästää jo niin paljon energiaa, ettei niitä asuessa ole enää tarvetta kiinnittää energiankäyttöön suurempaa huomiota.

Jätteitä käsitellään paikallisesti kompostoimalla, ja muu kierrätys on asukkaiden omalla vastuulla. Perinnekylä jättevesiratkaisut ovat molemmat perusteltuja. Ekologisempaa olisi kuitenkin käsitellä WC- ja pesuvedet erillään. Kuivakäymälät mahdollistaisivat tämän. Molemmissa kylissä on myös tavanomaista suuremmat tontit, joita voisi hyödyntää enemmän esimerkiksi hyötyviljelyyn ja omavaraisuuden kasvattamiseen. Suuret tontit haja-asutusalueella luovat myös mahdollisuuden tuottaa energiaa uusiutuvasti esimerkiksi koko kylälle tai osalle siitä. Toisaalta kiinteistöjen etäisyys toisistaan saattaa tässä muodostua esteeksi, kuten Stundarsin tapauksessa.

## 8 SIPOON PILOTTIKYLÄ

Talonpoikaiskulttuurisäätiön Kylä 2020 -hankkeessa pyritään luomaan toimintamalli, jolla paikalliset toimijat voivat toteuttaa rakennushankkeita pitkää kaavoitusprosessia joustavammin. Toimintamalli ei ota kantaa siihen,

millainen alue rakennetaan. Tavoitteena on rakentaa monistettava konsepti, jossa korostuvat hyvä asuminen sekä ekologisuus. Kylä 2020 -hankkeen pilotihankkeena on Uudenmaan Perinnekylä, jota säätiön jäsen Jari Vesanen on pyrkinyt edistämään asuinpaikkakunnallaan Sipoossa jo kymmenen vuoden ajan. (Kylä 2020 – Kuinka monistetaan Suomen parhaita asuinalueita n.d.)

Sipoo on kunta Uudellamaalla, noin 25 kilometrin etäisyydellä Helsingistä ja Porvoosta. Sipoon kunnan keskus Nikkilä sijaitsee Keski-Sipoossa. (Korkeamäki 2015.) Vuonna 2014 Sipoon asukasluku oli noin 19 000 henkilöä, joista suomenkielisiä oli 61 prosenttia ja ruotsinkielisiä 36 prosenttia (Lönneroth 2015). Alue, jolle perinnekylää on ehdotettu perustettavaksi, sijaitsee Talmassa, noin 10 kilometrin päässä Sipoon kuntakeskuksesta.

Idea perinnekylän perustamisesta Talmaan sai alkunsa siitä, kun Vesanen siirsi pohjalaistalon Talmaan vuonna 2003. Vesanen mukaan (haastattelu 7.7.2015) Sipoo oli siihen aikaan pitkään ollut aluetta, jonne ei juurikaan rakennettu, varsinkaan tiiviisti. Maantieteellisesti se oli myös aluetta, jolle ei ole ollut mahdollista rakentaa kovin paljoa ilman kaavoitusta. Niihin aikoihin, kun Vesanen rakensi omaa taloaan Talmassa, alettiin kuitenkin puhua, että 200–300 metrin päässä sijaitsevaan kunnan metsikköön kaavailtaisiin erittäin tiiviisti rakennettua rivitaloaluetta. Aluksi Vesanen oli uutta asuinaluea vastaan, mutta ymmärsi lopulta, että vastustamisen sijaan voisi pyrkiä vaikuttamaan siihen, mitä kunta alueelle rakentaa ja yrittää saada siihen jotakin, mikä näyttäisi mukavalta oman talon ikkunasta katsottuna. Vesanen tiesi Stundarsin perinnekylästä, ja näin idea Sipoon perinnekylästä sai alkunsa.

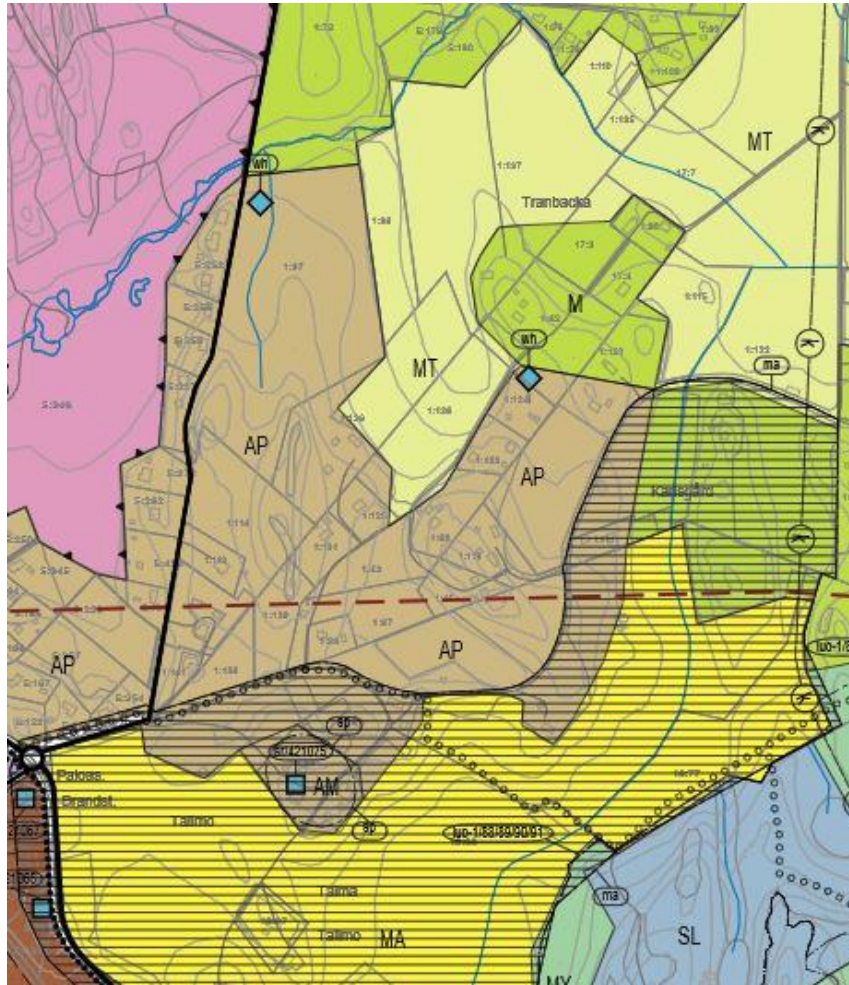
Vuonna 2004 tai 2005 Vesanen lähti edistämään asiaa kunnan suunnalta. Hän teki kirjallisen kaava-aloitteen siirrettävien hirsitalojen alueesta ja otti yhteyttä Sipoon silloiseen kunnanjohtajaan Markku Luomaan. Luoma oli aiemmin ollut virkamiestehtävissä Mustasaarella, joten hän tunsikin Stundarsin idean ja suhtautui Sipoon perinnekyläideaan pääosin positiivisesti. Alkuvaiheessa kunnan rakennusviranomaiset halusivat tietää, saadaanko perinnekylämallilla tarpeeksi tiivistä rakentamista. Vesanen teki laskelmia, ja osoitti viranomaisille, että tiivis rakentaminen onnistuu myös perinteisin tavoin. Vuonna 2006 kunnan viranomaisten huomio kiinnittyi kuitenkin vuosiksi muualle: Helsinki vaati itselleen maa-aluetta Lounais-Sipoosta. Vesanen mukaan näihin aikoihin Sipoon vastaus Helsingin aluevaatimukseen oli se, että Sipoo alkoi kaavoittaa kunnan muita alueita, jotta näihin tulisi huomattavasti lisää asukkaita. Näin esimerkiksi Talman alueen kaavoitustyö sai alkunsa. Pitkällisen kädenväännön jälkeen Sipoo kuitenkin menetti maa-alueen Helsingille, ja alueliitos astui voimaan 1.1.2009.

Sen jälkeen Sipoon alueelle on tehty ja vahvistettu maakuntakaava vuonna 2011. Maakuntakaavan jälkeen alettiin tehdä yleiskaavaa, joka vahvistettiin kunnanvaltuustossa tammikuussa 2015. Maakuntakaavan tavoitteeksi asetettiin yhdyskuntarakenteen kehittäminen olemassa olevan yhdyskuntarakenteen yhteyteen eheyttämällä ja tiivistämällä aluerakennetta. Tavoitteena on monikeskuksinen, joukkoliikenteeseen tukeutuva yhdyskuntarakenne. (Itä-Uudenmaan liitto 2010, 22–23.) Maakunnan rataverkon myönnetään



olevan puutteellinen, eikä sillä ole lainkaan henkilöliikennettä. Tavoitteena on käynnistää henkilöliikenne Keravan ja Nikkilän välisellä radalla niin, että Helsingin ja Keravan väliä kulkevat K-junat jatkaisivat kulkua Keravalta Nikkilään saakka. Välillä olisi pysähdyspaikat Keravan Ahjossa ja Sipoon Talmassa. (Itä-Uudenmaan liitto 2010, 25.) Maakuntakaavassa on tehty myös aluevaraus Itäradalle, joka kulkisi Helsingistä Keravan, Sipoon tai näiden molempien kautta Porvooseen. Talman kohdalla kaavaan on varattu aluetta maanalaiselle tunnelille (kuva 9). (Liikennevirasto 2015.)

muusta ratkaisusta. Alueelle tullaan joka tapauksessa rakentamaan. Vesasen mukaan alueella voisi olla 15 rakennuspaikkaa.



Kuva 10. Ote Talman osayleiskaavasta (Sipoon kunta 2015.) Alue, johon perinnekylää on ehdotettu, on kaavoitettu pientalovaltaiseksi asuinalueeksi.

Vuonna 2012 Vesanen toi ideansa esiin Talonpoikauskulttuurisäätiössä, jonka jäsen hän on. Tästä syntyi säätiön Kylä 2020 -hanke, jonka yhtenä tavoitteena on rakentaa monistettava konsepti hyvän asumisen asuinalueista (Kylä 2020 – Kuinka monistetaan Suomen parhaita asuinalueita n.d.). Talonpoikauskulttuurisäätiö kartoitti rakentajien kiinnostusta perinnekylään syksyllä 2013, jolloin noin 45 ihmistä ilmaisi mielenkiintonsa rakentaa alueelle. Ilman vahvistettua kaavaa ja kaavoituksen pitkän aikajänteen vuoksi Vesasen mielestä on kuitenkin hankalaa ja kohtuutonta sitouttaa ihmisiä rakentamaan alueelle. Omat haasteensa on luonut myös se, että aluetta suunnitellaan jonkun toisen eli Sipoon kunnan maille.

Tällä hetkellä säätiö ajaa toimintamallia, jossa perinnekylää rakentamaan perustetaan kiinteistöosakeyhtiö, joka ensin ostaa maa-alueen Sipoon kunnalta. Kun alueeseen on saatu taloudellinen valta, aletaan suunnitella, mitä ja miten alueelle rakennetaan. Kiinteistöosakeyhtiön rahoittajat valitsevat yhtiökokouksessa yhtiölle hallinnon, ja hallinto tekee päätöksiä perinnekylään liittyen. Kiinteistöosakeyhtiö myy sitten rakentajille osakkeitaan, jotka

oikeuttavat tontin hallintaan. Talonpoikaiskulttuurisäätiö on tullut tulokseen, että kiinteistöosakeyhtiö perinnekylän perustamisen ja hallinnoimisen mallina näyttää tällä hetkellä Sipoon alueella toimivimmalta. Kitinojalla ihmiset, jotka perinnekylähanketta ajoivat eteenpäin, eivät omistaneet perinnekylän maa-aluetta eikä kaupunki ollut voimakkaasti edistämässä asiaa. Hanke nytkähti Kitinojalla eteenpäin vasta, kun löydettiin maanomistaja, joka oli valmis myymään maataan perinnekylätontteja varten. Stundarsissa taas kunta lähti viemään ideaa eteenpäin. Sipoossa tilanne on erilainen, ja siksi Talonpoikaiskulttuurisäätiön mielestä paras vaihtoehto perinnekylän hallinnoimiseen on kiinteistöosakeyhtiö.

Kiinteistöosakeyhtiö voisi yhtiöjärjestyksessään määrätä sellaisista asioista, jotka toisissa olosuhteissa olisivat kunnan kaavoittajan tehtäviä. Kiinteistöosakeyhtiömalli siis helpottaisi kunnan toimintaa. Kunta voi tehdä alueelle väljän kaavan ja myydä alueen kiinteistöosakeyhtiölle, joka omissa säännöissään määrittää esimerkiksi alueen rakennustapaohjeet. On olemassa myös mahdollisuus, että kunta haluaa osallistua perinnekylän luomiseen, kaavoittamiseen ja rakennustapaohjeen tekemiseen. Tämä näyttää Vesasen mielestä kuitenkin tällä hetkellä epätodennäköiseltä.

Alueena Sipoo ja Talma ovat kasvavaa aluetta. Vuosina 1975–2007 Sipoo kasvoi 57 prosentilla, ja 2000-luvulla vuotuinen väestönkasvu on ollut noin 300 henkilöä vuodessa (Heikkinen ym. 2015, 18). Koko Itä-Uusimaa kuuluu nopeimmin kasvaviin maakuntiin, ja väestönkasvu on voimakkainta erityisesti maakunnan läntisissä osissa Porvoossa ja Sipoossa. Arvion mukaan Sipoossa on 64 865 asukasta vuonna 2030. (Itä-Uudenmaan liitto 2010, 23.) Sipoon asukasluvun ennustetaan siis yli kolminkertaistuvan seuraavan 15 vuoden aikana. Asumisen laajenemisesta aiheutuvat vaikutukset kohdistuvat alueellisesti voimakkaimmin Sipoossa erityisesti Nikkilän, Söderkullan ja Talman taajamiin sekä Östersundomin alueelle (Itä-Uudenmaan liitto 2010, 101). Sipoon yleiskaavan 2025 mukaan Talman aluetta on tarkoitus kehittää raideliikenteeseen tukeutuvana ja toiminnoiltaan monipuolisena, noin 10 000–13 000 asukkaan taajamakeskuksena. Tällä hetkellä Talman kautta ei kulje henkilöraide liikennettä, ja asukkaita oli vuoden 2011 lopussa Talman seudulla 1 307. (Heikkinen ym. 2015, 18.)

Perinnekyläksi ehdotettu alue on tällä hetkellä sekametsää, ja alueen rajalle tulee sekä tie että vesi- ja viemäriverkosto, eli perusinfrastruktuuria ei ole tarpeen rakentaa alueelle täysin alusta asti. Sipoon jätevedet puhdistetaan Helsingissä Viikinmäen jätevedenpuhdistamossa (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2015). Jätehuollosta Sipoossa vastaa Askolan, Loviisan, Pornaisten, Porvoon ja Sipoon omistama Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. Alueen jätehuoltomääräyksistä päättää kuntien yhteislautakunta, Porvoon alueellinen jätelautakunta. (Borgar 2014.)

Perinnekyläalueeksi ehdotetulta alueelta on noin 10 kilometriä Sipoon keskukseen Nikkilään ja noin 6 kilometriä Keravan keskusta. Peruspalvelut, kuten koulu ja päiväkotit, sijaitsevat kuitenkin aivan alueen lähetyvillä Talmassa. Perusterveydenhuolto ja lukio sijaitsevat Nikkilässä. Lähimmät kaupat ja apteekit ovat alueelta noin 3–4 kilometrin etäisyydellä. Keravalle on melko hyvät kevyen liikenteen väylät, ja busseja kulkee alle kilometrin



päästä, Talman koulun edustalta kolme kertaa tunnissa. Bussit ajavat väliä Kerava-Nikkilä. Sipoon alueen julkista liikennettä ollaan kehittämässä pitkällä aikavälillä. Julkinen liikenne on selkeä kehittämisen kohde, sillä itä-uusmaalaiset tekevät matkoistaan noin 63 prosenttia henkilöautolla. Jalan-kulun ja pyöräilyn osuus itä-uusmaalaisen matkasuoritteesta on vain 5 prosenttia ja joukkoliikenteen 7 prosenttia kaikista matkasuoritteista. (Itä-Uudenmaan liitto 2009, 20–22.) Talman alueella joukkoliikenne tukeutuu Keravan rautatieasemaan ja keskustaan, joista on hyvät joukkoliikenneyhteydet etelään pääkaupunkiseudulle ja pohjoiseen pääradan varteen. Myös Nikkilästä on suhteellisen hyvät bussiyhteydet Helsinkiin. Kerava-Nikkilä -ratayhteys on määritelty Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa niin sanotussa täydentymisvaiheessa vuosina 2021–2035 aloitettaviin hankkeisiin. (Heikkinen ym. 2015 22–28.)

## 9 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA AHP:N AVULLA

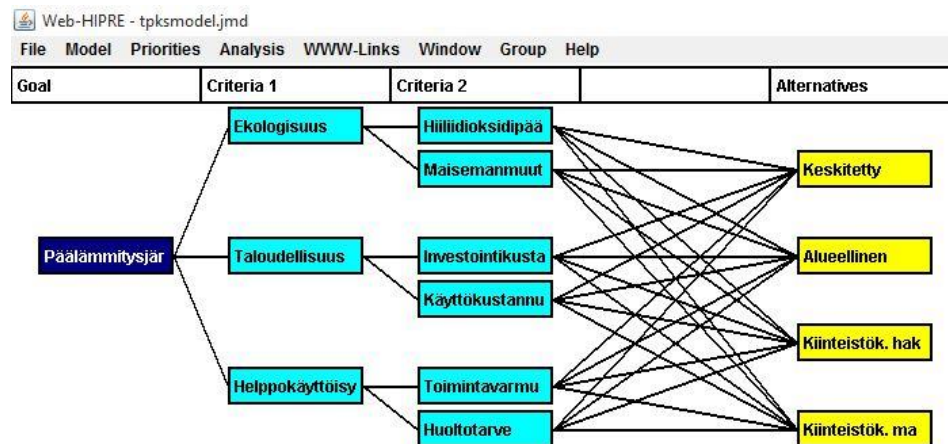
Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, mikä tai mitkä lämmöntuotantomuodot ovat ekologisesta, taloudellisesta sekä käytännöllisestä näkökulmasta järkevimmät tavat tuottaa lämpö perinnekylään. Tutkimuksessa selvitettiin, onko lämpö järkevää tuottaa perinnekylään keskitetysti, alueellisesti vai kiinteistökohtaisesti. Tutkimus pyrittiin tekemään yleisellä tasolla, jotta sitä voitaisiin hyödyntää myös muilla samankaltaisilla alueilla. Tutkimuksen kohteina olivat päälämmitysjärjestelmän sekä tukilämmitysjärjestelmän valinta. Toimenpide-ehdotukset lämmöntuotantoon tehtiin Sipoon perinnekyläalueelle erikseen, paikalliset yksityiskohdat huomioon ottaen.

Valintaprosessin välineenä käytettiin analyttistä hierarkiaprosessia (AHP), joka on professori Thomas L. Saaty kehittänyt päätöksentekoteoria. Sen yksi perusajatuksista on, että järjestelmän rakennetta ja toimintoja ei voida erottaa toisistaan, vaan niitä tarkastellaan samanaikaisesti. Ongelmaa ei aina voida yksinkertaistaa, mutta AHP:n avulla se voidaan jäsentää osiksi ja selvittää järjestelmällisesti, miten osat vaikuttavat toisiinsa ja ongelmaan kokonaisuutena. (Aalto ym. 2006, 12; Villanen 2013, 1.)

### 9.1 Päälämmitysjärjestelmän valinta

Analyttinen hierarkiaprosessi aloitetaan asettamalla tavoite, johon päätöksentekoprosessissa pyritään. Tässä tutkimuksessa tavoite oli päälämmitysjärjestelmän ja tukilämmitysjärjestelmän valinta noin 20 talouden alueelle. Päälämmitysjärjestelmän valinnassa ensimmäisellä hierarkiatasolla ovat järjestelmän valintaan vaikuttavat kriteerit, eli ekologisuus, taloudellisuus sekä helppokäyttöisyys. Toiselle hierarkiatasolle valittiin ensimmäisen tason kriteereille alakriteerejä. Ekologisuuden alakriteerejä olivat maisemanmuutos sekä hiilidioksidipäästöt, taloudellisuuden taas investointi- ja käyttökustannukset ja helppokäyttöisyyden huoltotarve sekä toimintavarmuus. Päätösvaihtoehtoina olivat keskitetty lämmöntuotanto eli kaukolämpö, alueellinen lämmöntuotanto eli asuinalueen yhteinen hake- tai pellettilämpölaitos, kiinteistökohtainen hake- tai pellettilämmitys sekä kiinteistökohtainen maalämpö. Analyttinen hierarkiaprosessi toteutettiin selainpohjaisella

Web-HIPRE-ohjelmalla, jonka on kehittänyt Aalto-yliopiston professori Raimo Hämäläinen. Ohjelmaan luodaan päätöksentekoprosessin tueksi hierarkkinen järjestelmä (kuva 11), jossa ovat esillä päämäärä, kriteeritasot sekä vaihtoehdot, joista valinta tehdään.



Kuva 11. Kuvakaappaus Web-HIPRE-ohjelmaan tehdystä päälämmitysjärjestelmän valinnan päätöksentekoprosessista.

Kun hierarkia on luotu, ensimmäisen tason kriteereille annettiin painoarvot. Tutkimuksessa toteutettiin kolme eri skenaariota:

- Skenaariossa 1 ekologisuus oli 7 kertaa taloudellisuutta ja 7 kertaa helppokäyttöisyyttä tärkeämpää. Taloudellisuus ja helppokäyttöisyys olivat skenaariossa yhtä tärkeitä.
- Skenaariossa 2 taloudellisuus oli 7 kertaa ekologisuutta ja 5 kertaa helppokäyttöisyyttä tärkeämpää. Ekologisuus oli 7 kertaa helppokäyttöisyyttä tärkeämpää.
- Skenaariossa 3 helppokäyttöisyys oli 7 kertaa ekologisuutta ja 5 kertaa taloudellisuutta tärkeämpää. Ekologisuus oli 7 kertaa taloudellisuutta tärkeämpää.

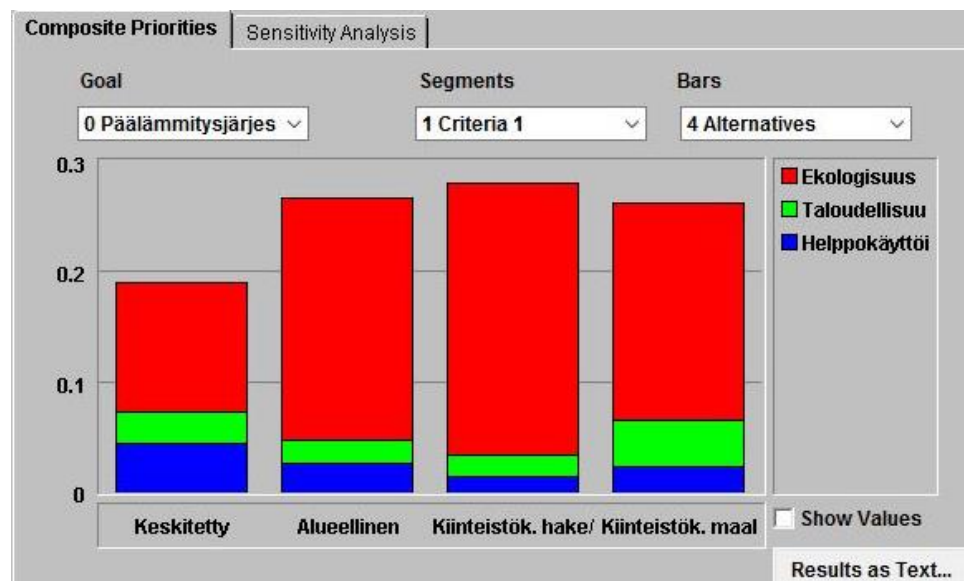
Toisen tason kriteerien painoarvot olivat kaikissa skenaarioissa samat. Ekologisuuden alakriteereissä hiilidioksidipäästöt arvioitiin kaksi kertaa tärkeämmäksi kuin maisemanmuutos, sillä jos hiilidioksidipäästöjen määrää ilmakehässä ei vähennetä, tulevat maailmanlaajuiset maisemanmuutokset ilmastomuutoksen myötä olemaan paljon suuremmat ja lopullisemmat kuin lämmitysjärjestelmän aiheuttama maisemanmuutos. Taloudelliset kriteerit, eli investointi- ja käyttökustannukset arvioitiin yhtä tärkeiksi. Näin saadaan realistisempi arvio siitä, mitkä ovat lämmitysmuodon koko kustannukset. Toimintavarmuus arvioitiin kolme kertaa tärkeämmäksi kuin huoltotarve.

Web-HIPRE-ohjelmaan syötettiin hiilidioksidipäästöistä löydettyt tiedot, jotka ovat nähtävissä muiden ohjelmaan syötettyjen tietojen lisäksi liitteessä 1. Ohjelma tulkitsee suuren luvun hyväksi arvoksi, eli esimerkiksi suuret hiilidioksidipäästöt ohjelma tulkitsee hyväksi ominaisuudeksi. Sen vuoksi arvoja piti korjailla suoran painottamisen (direct weighting) avulla. Suorassa painottamisessa arvot voidaan syöttää ohjelmaan suoraan ilman että ohjel-

man tarvitsee käsitellä niitä. Samalla arvot normalisoidaan, eli arvot muutetaan vastaamaan yhteensä lukua 1. Hiilidioksidipäästöissä päästöjen määrän ja paremmuuden suhde käännettiin toisinpäin. Ohjelma tulkitsee siihen syötetyt tiedot niin, että keskitetty lämmöntuotantoratkaisu sai parhaan arvon kaikista vaihtoehdoista, vaikka sen päästöt ovat suurimmat. Alueellinen vaihtoehto sekä kiinteistökohtainen hake- tai pellettilaitos saivat huonoimman arvon, vaikka niiden päästöt ovat pienimmät. Keskitetyn ja alueellisen ratkaisun sekä kiinteistökohtaisen hake- ja pellettilämmityksen arvot vaihdettiin keskenään, jolloin jälkimmäiset vaihtoehdot saivat parhaat pisteet vähäisimmän päästömääränsä vuoksi ja keskitetty huonoimmat suurten päästöjensä vuoksi. Kiinteistökohtaisen maalämmön arvoille ei tehty mitään, sillä sen päästöt olivat suhteessa muihin oikein. Yksinkertaistettuna eri vaihtoehtojen arvot vaihdettiin keskenään niin, että hiilidioksidipäästöjen suuri määrä vastaa pientä arvoa hierarkiaprozessissa.

Investointi- ja käyttökustannusten kohdalla tehtiin samanlainen määrän ja paremmuuden suhteen kääntäminen kuin hiilidioksidipäästöissä. Parhaat ja huonoimmat pisteet saaneen arvot vaihdettiin keskenään, jotta investointikustannuksiltaan edullisin ratkaisu saisi ohjelmassa suurimman arvon. Tämän jälkeen arvot normalisoitiin. Maisemanmuutosta arvioitiin normalisoidun suoran painottamisen avulla asteikolla 0-1, jossa 1 tarkoittaa pientä muutosta. Toimintavarmuus arvioitiin samoin asteikolla 0-1, jossa 1 tarkoittaa hyvää toimintavarmuutta. Huoltotarve arvioitiin samaan tapaan teoriatiedon perusteella, asteikolla 0-1, jossa 1 tarkoittaa vähäistä huoltotarvetta.

Skenaariossa 1, jossa ekologisuuksi painotettiin tärkeimpänä kriteerinä, parhaimmaksi lämmöntuotantoratkaisuksi osoittautui analyyttisen hierarkiaprozessin mukaan kiinteistökohtainen hake- tai pellettilämmitys (kuva 12).

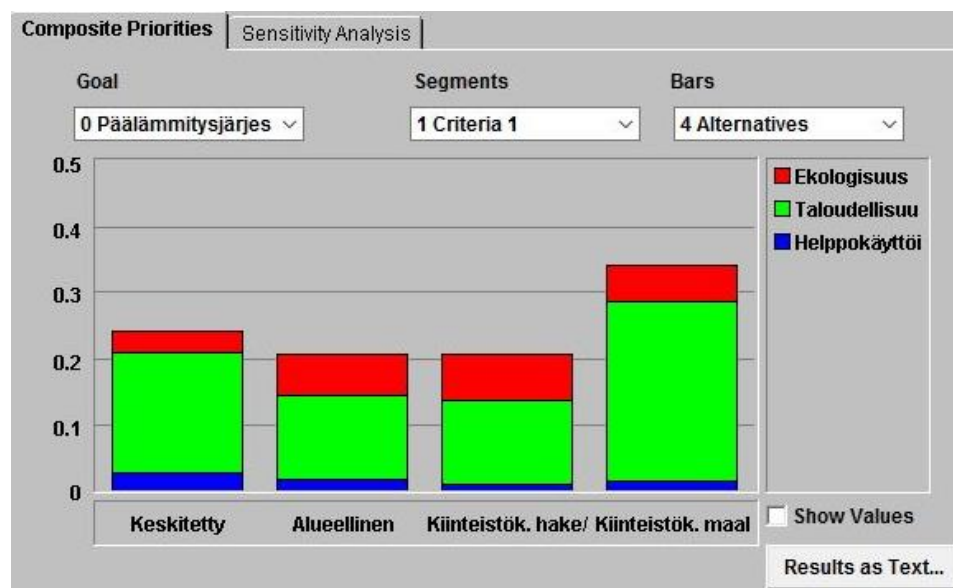


Kuva 12. Kuvakaappaus Web-HIPRE-ohjelmasta. Ekologisuuksi painottaneessa skenaariossa kiinteistökohtainen hake- tai pellettilämmitys osoittautui järkevimmäksi vaihtoehdoksi. Mitä suurempi värillinen alue pystypalkeissa on, sitä paremmat ovat vaihtoehdon ominaisuudet väriä vastaavassa kriteerissä.

Toiseksi paras vaihtoehto oli alueellinen hake- tai pellettilämpölaitos, ja niukasti kolmanneksi jäi kiinteistökohtainen maalämpö. Ekologisesta näkökulmasta huonoin vaihtoehto oli keskitetty lämmöntuotanto eli kaukolämpö.

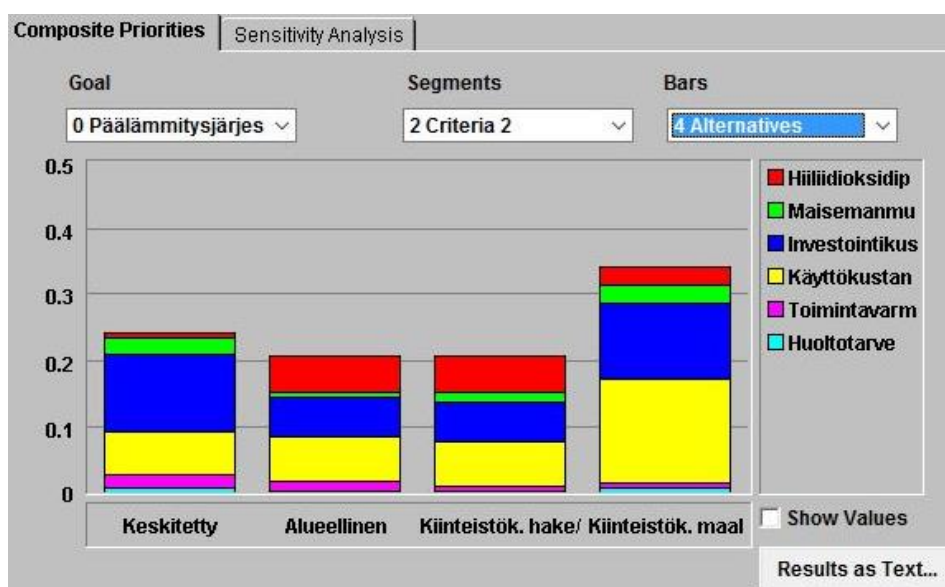
Ekologisuutta painottavassa skenaariossa epävarmuuksia aiheuttavat maisemanmuutoksen arviointi, joka perustuu yhden ihmisen havaintoihin. Hiilidioksidipäästöt ovat faktatietoja, mutta niidenkin laskentatavoissa voi olla suuria eroja. Suuntaa-antavana tutkimuksena ekologisuutta painottavaa skenaariota on kuitenkin luotettava.

Skenaariossa 2 painotettiin taloudellisuutta. Tällä painotuksella parhaaksi vaihtoehdoksi valikoitui kiinteistökohtainen maalämpö (kuva 13). Heikoimmin taloudellisuutta painottavassa skenaariossa pärjäsivät alueellinen ja kiinteistökohtainen hake- ja pellettilämmitys.



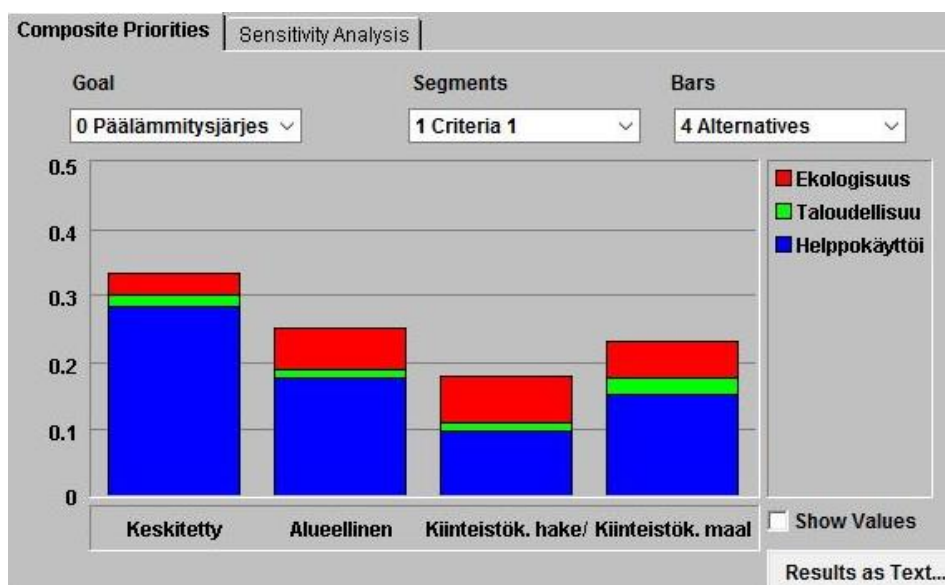
Kuva 13. Taloudellisuutta painottavassa skenaariossa kiinteistökohtainen maalämpö on selvästi vaihtoehtoista paras.

Skenaarion 2 epävarmuudet ovat kaikista skenaarioista suurimmat: investointi- ja käyttökustannuksissa tehdyt arvojen keskenään vaihtamiset WebHIPRE-ohjelmassa vääristävät tuloksia jossain määrin. Esimerkiksi ero alueellisen hake- tai pellettilämpölaitoksen ja kiinteistökohtaisen maalämmön käyttökustannuksissa on todellisuudessa 1,2 euroa tuotettua megawattituntia kohden, mutta normalisoituna arvojen vaihteluväli on 0,188–0,441 ja alueellisen lämpölaitoksen käyttökustannukset ovat lähempänä keskitettyä ratkaisua, vaikka todellisuudessa näiden välinen ero on lähes 60 euroa tuotettua megawattituntia kohden. Lisäksi taloudellisuutta painottavassa skenaariossa alueellisen ja kiinteistökohtaisen hake- ja pellettilämmityksen investointikustannukset ovat samat (kuva 14, s. 48), vaikka suuremmalla laitoskoolla saavutetaan taloudellisia etuja. Tietoa alueellisista lämpölaitoksista oli kuitenkin hankala löytää, ja siksi tiedot ovat alueellisen ja kiinteistökohtaisen hake- ja pellettilämmityksen kohdalla tässä tutkimuksessa samoja.



Kuva 14. Alueellisen ja kiinteistökohtaisen hake- tai pellettilämmityksen kohdalla epävarmuustekijänä voidaan pitää sitä, että investointi- ja käyttökustannukset ovat tutkimuksen mukaan täysin samat. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan ole, sillä suuremmalla laituskoolla saavutetaan taloudellisia hyötyjä.

Skenaariossa 3 painotettiin helppokäyttöisyyttä. Painotuksella selkeästi parhaaksi ratkaisuksi valikoitui keskitetty ratkaisu (kuva 15). Sen jälkeen paras ratkaisu oli alueellinen hake- tai pellettilämmitys, kiinteistökohtainen maalämpö ja viimeisenä kiinteistökohtainen hake- tai pellettilämmitys.



Kuva 15. Helppokäyttöisyydeltään keskitetty lämmöntuotantojärjestelmä eli kaukolämpö on ehdottomasti paras.

Skenaarioiden perusteella yksikään lämmöntuotantoratkaisuista ei osoittautunut ylivoimaisesti parhaaksi. Jos eri vaihtoehdoille annetaan skenaarioiden tulosten paremmuusjärjestyksen mukaan pisteet 1–4 (1 piste huonoimmalle, 4 parhaalle), saavat keskitetty kaukolämpö sekä kiinteistökohtainen maalämpö eniten pisteitä (taulukko 3, s. 49). Huonoimmat pisteet saa kiinteistökohtainen hake- tai pellettilämmitys. Tulosten luotettavuutta hake- ja

pellettilämmityksen kohdalla kuitenkin heikentävät alueellisen lämpölaitoksen investointi- ja käyttökustannusten arvioinnin hankaluus.

Taulukko 3. Eri lämmöntuotantovaihtoehtojen pisteytys paremmuusjärjestyksen mukaan eri skenaarioissa. Skenaariossa parhaaksi osoittautunut sai pisteytyksessä 4 pistettä ja huonoin 1 pisteen.

	Keskitetty kauko-lämpö	Alueelli-nen hake/pel-letti	Kiinteistö-kohtainen hake/pelletti	Kiinteistö-kohtainen maalämpö
Skenaario 1	1	3	4	2
Skenaario 2	3	1,5	1,5	4
Skenaario 3	4	3	1	2
<b>yhteensä</b>	<b>8</b>	<b>7,5</b>	<b>6,5</b>	<b>8</b>

## 9.2 Tukilämmitysjärjestelmän valinta

Vertailu tukilämmitysjärjestelmän valinnasta tehtiin samaan tapaan analyttisellä hierarkiaprosessilla. Tarkasteluun valittiin tavanomainen sähkö, kokonaan uusiutuvilla energialähteillä tuotettu ekosähkö, aurinkolämpö, ilma-ilmalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu sekä varaava takka. Kaikki tarkasteluun otetut vaihtoehdot ovat sähköä lukuun ottamatta täysin uusiutuvia energiamuotoja. Tässä tarkastellulla tavanomaisella sähköllä tarkoitetaan sähköä, jota ei ole tuotettu kokonaan uusiutuvilla energiamuodoilla. Merkittävä osa suomalaisesta sähköstä on kuitenkin tuotettu vesi- tai biovoimalla (Luukko 2015a). Vertailuun otettiin pääasiassa uusiutuvia energiamuotoja, koska uusiutuvan energian osuutta energian kokonaiskulutuksesta pyritään Suomessa kasvattamaan 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä (Motiva Oy 2015b).

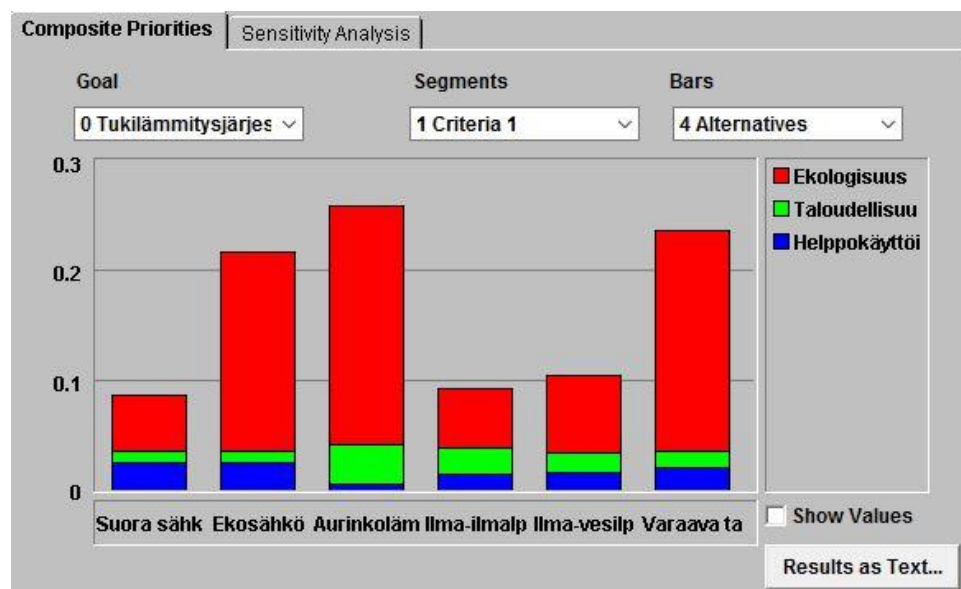
Tukilämmitysjärjestelmiä vertailtaessa käytettiin samoja skenaarioita ja kriteereitä kuin päälämmitysjärjestelmän valinnassa. Alakriteereinä ekologisudelle olivat hiilidioksidipäästöt, maisemanmuutos sekä päästösäästöt. Päästösäästöjä tarkastelemalla haluttiin tietää, kuinka paljolta hiilidioksidipäästöjä säästytäisiin, jos tavanomaisen, suoran sähkölämmityksen sijaan tukilämmitysjärjestelmänä käytettäisiin täysin uusiutuvaa energiaa. Taloudellisuuden alakriteereiksi valittiin investointi- ja käyttökustannusten lisäksi säästöt sähkölaskussa. Tällä haluttiin tietää, paljonko rahaa säästettäisiin, jos suoran sähkölämmityksen sijaan tukilämmitysjärjestelmänä käytettäisiin täysin uusiutuvaa energiaa. Helppokäyttöisyyden kriteerit olivat samat kuin päälämmitysjärjestelmän valinnassa.

Myös tukijärjestelmän valinnassa toisen tason kriteereissä hiilidioksidipäästöt arvioitiin kaksi kertaa tärkeämmäksi kuin maisemanmuutos. Hiilidioksidipäästöt ja päästösäästöt arvioitiin yhtä tärkeiksi, koska nämä mitaavat samaa asiaa hieman eri näkökulmasta. Päästösäästöt arvioitiin kaksi kertaa maisemanmuutosta tärkeämmäksi. Investointi- ja käyttökustannukset sekä säästöt sähkölaskussa arvioitiin kaikki yhtä tärkeiksi. Toimintavarumus arvioitiin tukilämmitystäkin valittaessa kolme kertaa tärkeämmäksi kuin huollontarve. Ohjelmaan syötetyt tiedot löytyvät liitteestä 2.



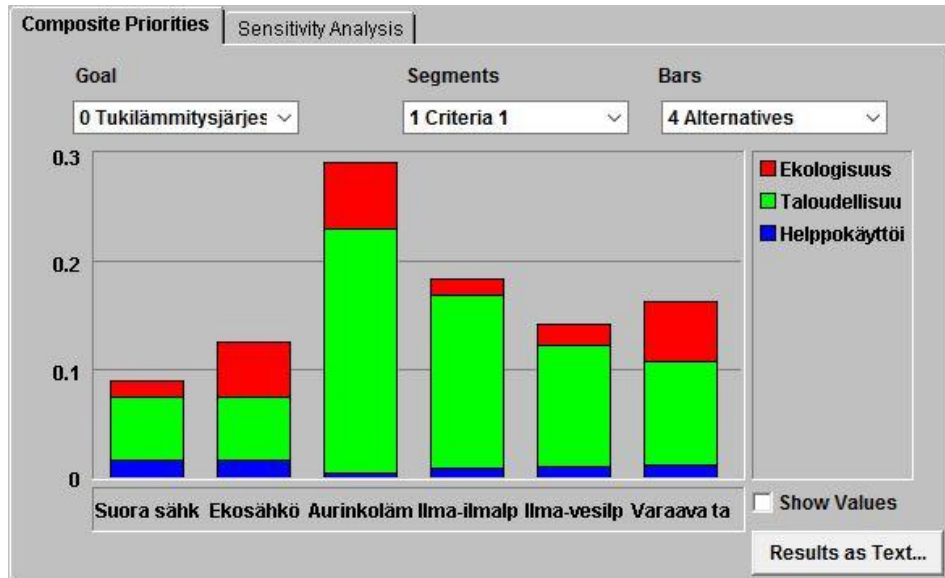
Web-HIPRE-ohjelmaan syötettiin tiedot tukilämmitysjärjestelmien hiilidioksidipäästöistä. Kuten päälämmitysjärjestelmänkin hiilidioksidipäästöissä, piti tukilämmitysjärjestelmienkin päästöjen määrän ja paremmuuden suhde kääntää toisinpäin. Ohjelman vaihtoehdoille antamat arvot vaihdettiin keskenään niin, että huonoimman vaihtoehdon saama paras arvo annettiin parhaalle vaihtoehdolle, joka sai hierarkiaprosessissa huonoimman arvon, ja niin edelleen. Investointi- ja käyttökustannuksissa tehtiin samanlainen arvojen keskenään vaihtaminen kuin hiilidioksidipäästöissäkin, jotta tuloksissa suuret kustannukset eivät näyttäytyisi hyvinä arvoina.

Skenaariossa 1, jossa painotettiin ekologisuuksi, parhaaksi tukilämmitysjärjestelmäksi osoittautui aurinkolämpö. Ekologisesta näkökulmasta katsottuna varaava takka ylsi hyvin lähelle aurinkolämpöä, eikä ekosähkönkään ero aurinkolämpöön jäänyt suureksi (kuva 16). Huonoimmiksi vaihtoehdoiksi ekologisuuksi painottamalla paljastuivat ilma-ilmalämpöpumppu sekä tavanomainen, suora sähkölämmitys. Ilmalämpöpumppujen sijoitusta ekologisessa painotuksessa alentavat luultavasti kuitenkin sähkön hiilidioksidipäästöjen kanssa ristiriidassa olevat tiedot lämpöpumppujen hiilidioksidipäästöistä. Suomessa sähköntuotannon päästöjen mediaani on 117,5 grammaa tuotettua kilowattituntia kohden. Suomen Arkkitehtiliiton (n.d.b.) mukaan lämpöpumppujen hiilidioksidipäästöt koostuvat pääosin sähkön osuudesta, mutta päästöjen määräksi annetaan ilma-ilmalämpöpumpulle 200–280 grammaa ja ilma-vesilämpöpumpulle 160–240 grammaa tuotettua kilowattituntia kohden. Sähkön laskennallista osuutta lämpöpumppujen hiilidioksidipäästöistä ei saatu selville, joten vertailussa käytettiin Suomen Arkkitehtiliiton lukuja. Ekologisuuksi painottavassa vertailussa luvut kuitenkin asettavat lämpöpumput heikompaan asemaan kuin missä ne todellisuudessa ovat.



Kuva 16. Ekologisuuksi painottavassa skenaariossa aurinkolämpö osoittautui parhaaksi vaihtoehdoksi. Ristiriitaiset tiedot lämpöpumppujen hiilidioksidipäästöistä saattavat vääristää pylväitä ja osoittaa lämpöpumput huonompina vaihtoehdoina kuin mitä ne todellisuudessa ovat.

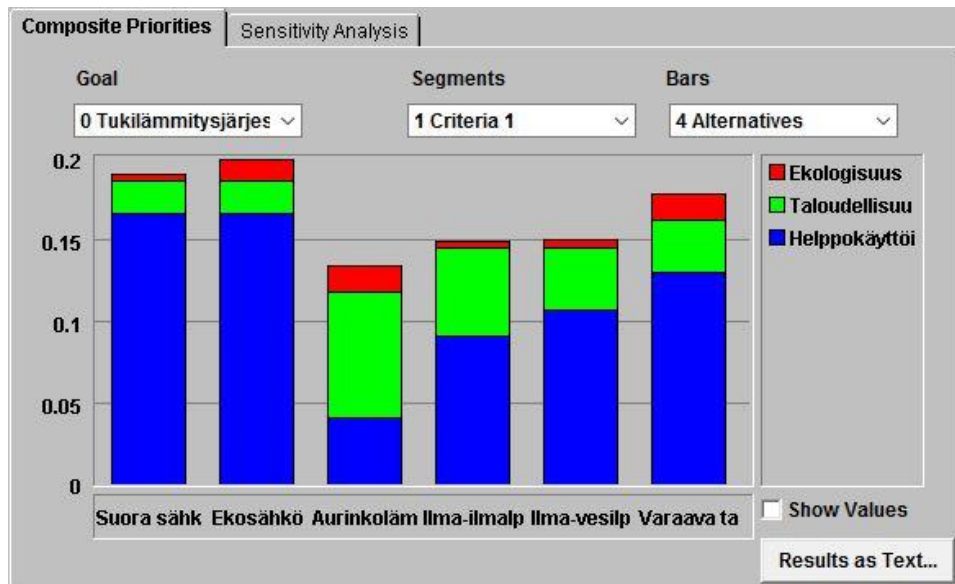
Skenaariossa 2 painotettiin taloudellisuutta. Aurinkolämpö osoittautui myös tässä skenaariossa parhaaksi vaihtoehdoksi (kuva 17). Aurinkolämmön käyttö ei aiheuta kustannuksia, ellei tarvetta huollolle tai korjauksille ole. Sen investointikustannukset eivät myöskään ole suuret. Toiseksi parhaimmaksi vaihtoehdoksi ilmeni ilma-ilmalämpöpumppu ja sen jälkeen varaava takka. Taloudellisesta näkökulmasta tavanomainen suora sähkölämmitys on huonoin vaihtoehto.



Kuva 17. Skenaariossa 2 painotettiin taloudellisuutta. Olemattomien käyttökustannustensa vuoksi aurinkolämpö vei voiton myös tällä painotuksella.

Skenaariossa 3 painotettiin helppokäyttöisyyttä eli toimintavarmuutta sekä huoltotarvetta. Helppokäyttöisyydeltään parhaiksi vaihtoehdoiksi osoittautuivat ekosähkö, tavanomainen suora sähkölämmitys sekä varaava takka (kuva 18, s. 52). Tavanomainen ja ekosähkö ylsivät kärkeen vähäisen huoltotarpeen ja hyvän toimintavarmuuden vuoksi. Varaava takka on toimintavarmuudeltaan erinomainen, mutta se vaatii paljon työtä ja huoltoa. Kahdessa aiemmassa skenaariossa kärkipaikalla ollut aurinkolämpö jäi viimeiseksi tässä skenaariossa. Tähän vaikuttanee se, että aurinkolämmön toiminta ei sääolosuhteista johtuen milloinkaan ole varmaa, ja talvisin lämmönkeräinten päältä on harjattava lunta pois.





Kuva 18. Helppokäyttöisyyttä painottavassa skenaariossa ekosähkö paljastui parhaaksi vaihtoehdoksi. Muissa skenaarioissa hyvin pärjännyt aurinkolämpö jäi huonoimmaksi vaihtoehdoksi heikon toimintavarmuutensa vuoksi.

Kolmesta skenaariosta kahdessa aurinkolämpö osoittautui parhaaksi vaihtoehdoksi. Myöskään kolmannessa, eli helppokäyttöisyyttä painottavassa skenaariossa se ei jäänyt muista vaihtoehdoista kauas jälkeen. Aurinkolämmön lisäksi kaikissa skenaariossa hyvin pärjänneitä vaihtoehtoja olivat ekosähkö ja varaava takka. Ekosähkö on ekologisuudeltaan sekä helppokäyttöisyydeltään hyvä vaihtoehto, mutta taloudellisesti pitkällä aikavälillä muita vaihtoehtoja kalliimpi. Varaava takka taas on ekologisesti kestävä valinta, investointi- ja käyttökustannuksiltaan vaihtoehtojen keskikastia ja toimintavarmuudeltaan ylivoimainen. Toisaalta sen käyttö vaatii paljon työtä.

## 10 JÄTEVEDEN KÄSITTELYTAVAN VALINTA AHP:N AVULLA

Suomi on jäteveden käsittelyn kärkimaita, ja hygienian kannalta keskitetty järjestelmä toimii hyvin. Ekologisesta näkökulmasta katsottuna maaperälle tarpeellisia ravinteita kuitenkin johdetaan viemäriin samalla kun maaperä köyhtyy ja maataloudessa joudutaan käyttämään keinotekoisia lannoitteita, jotka puolestaan rehevöittävät pintavesiä. Vaikka jätevesiä käsitellään korkealuokkaisissa puhdistamoissa, merkittävä osa ravinteista päätyy yhä vesistöihin. (Lappalainen 2010, 108.) Tämän vuoksi osana opinnäytetyötä selvitettiin, olisiko jäteveden käsittely ekologiselta, taloudelliselta ja käytännölliseltä kannalta järkevintä hoitaa keskitetysti, alueellisesti vai kiinteistökohtaisesti.

Hyttisen, Löytyn ja Peuran (2006, 29–30) mukaan keskitetyn järjestelmän etuja ovat muun muassa hyvä luotettavuus ja tehokkuus, joiden ansiosta jätevesien kerääminen, käsittely ja purku voidaan tehdä hallitusti. Järjestelmän heikkouksia ovat korkeat rakentamis- ja huoltokustannukset sekä mahdolliset vuodot ja käyttöhäiriöt, jotka voivat aiheuttaa ympäristöhaittoja. Pumpausten ja ilmastuksen vuoksi energiankulutus on suuri. Keskitetyssä

järjestelmässä erityyppiset jätevedet sekoittuvat keskenään ja siten mahdollisesti uudelleenkäyttöön soveltuvat jätevedet pilaantuvat. Keskitetty järjestelmä on myös riippuvainen muusta infrastruktuurista ja jäteveden laadun vaihtelu saattaa aiheuttaa järjestelmään häiriöitä. Hajautettu jätevesien käsittely on oikein toteutettuna ekologisesti kestävä ja kustannustehokasta. Hajautetussa käsittelyssä jätevesien keräys, käsittely ja purku tehdään jätevesien syntypaikan lähellä. Kiinteistökohtaisen jäteveden käsittelyn haitattomuus ympäristön kannalta perustuu siihen, että kuormitus on pieni verrattuna vastaanottavan vesistön tai maaperän kapasiteettiin puhdistua ja palauttaa jäteaineet luonnon kiertokulkuun.

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011) määrää talousvedet puhdistettavaksi siten, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 70 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 30 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. Pilaantumiselle herkillä alueilla jätevesien ohjeellinen puhdistustaso on orgaanisen aineen osalta vähintään 90 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 85 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 40 prosenttia.

Vertailu sopivimmasta jäteveden käsittelytavasta noin 20 kiinteistön alueelle suoritettiin analyttisellä hierarkiaprozessilla. Vertailussa tutkittiin, kannattaisiko noin 20 kiinteistön asuinalueen jätevesihuolto järjestää keskitetysti, alueellisesti vai kiinteistökohtaisesti. Vertailtavina vaihtoehtoina olivat keskitetty eli kunnallinen jäteveden puhdistus, alueellinen ratkaisu (naapuri- tai kyläpuhdistamo) sekä kiinteistökohtainen ratkaisu (maasuodattamo, maahanimeyttämö, aktiivilietepuhdistamo tai biosuodin). Valinnan pääkriteerit olivat ekologisuus, taloudellisuus sekä helppokäyttöisyys. Kriteereille annettiin ohjelmassa painoarvot. Tutkimuksessa toteutettiin kolme eri skenaariota:

- Skenaariossa 1 ekologisuus oli 7 kertaa taloudellisuutta ja 7 kertaa helppokäyttöisyyttä tärkeämpää. Taloudellisuus ja helppokäyttöisyys olivat yhtä tärkeitä.
- Skenaariossa 2 taloudellisuus oli 7 kertaa ekologisuutta ja 5 kertaa helppokäyttöisyyttä tärkeämpää. Ekologisuus oli 7 kertaa helppokäyttöisyyttä tärkeämpää.
- Skenaariossa 3 helppokäyttöisyys oli 7 kertaa ekologisuutta ja 5 kertaa taloudellisuutta tärkeämpää. Ekologisuus oli 7 kertaa taloudellisuutta tärkeämpää.

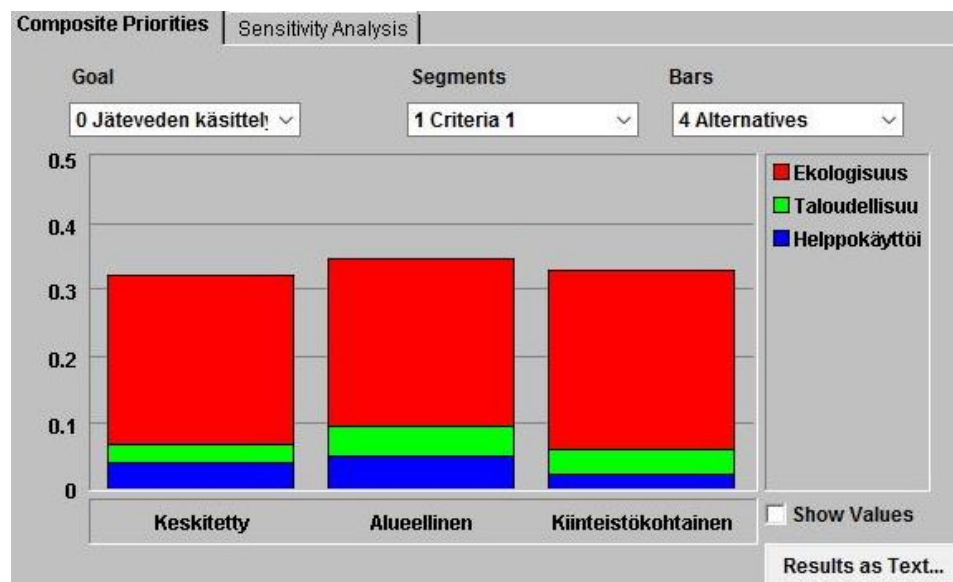
Toisen tason kriteerien painoarvot olivat kaikissa skenaarioissa samat. Ekologisuuden alakriteereihin kuuluivat fosforin, typen ja orgaanisen aineksen puhdistustehot, jotka arvioitiin keskenään yhtä tärkeiksi. Taloudelliset kriteerit, eli investointi- ja käyttökustannukset arvioitiin myös yhtä tärkeiksi. Toimintavarmuus arvioitiin kolme kertaa tärkeämmäksi kuin huoltotarve.

Investointi- ja käyttökustannuksia vertailtiin löydetyn teorian perusteella. Web-HIPRE-ohjelmassa suuri luku tarkoittaa hyvää arvoa, eli esimerkiksi investointikustannuksissa ohjelma tulkitsee suuren luvun hyväksi arvoksi. Sen vuoksi arvoja korjailtiin suoran painottamisen avulla. Samalla

arvot normalisoitiin. Investointi- ja käyttökustannuksissa kustannusten määrän ja paremmuuden suhde käännettiin toisinpäin: eri vaihtoehtojen arvot vaihdettiin siis keskenään niin, että kustannusten suuri määrä vastaa pientä arvoa hierarkiaprocessissa.

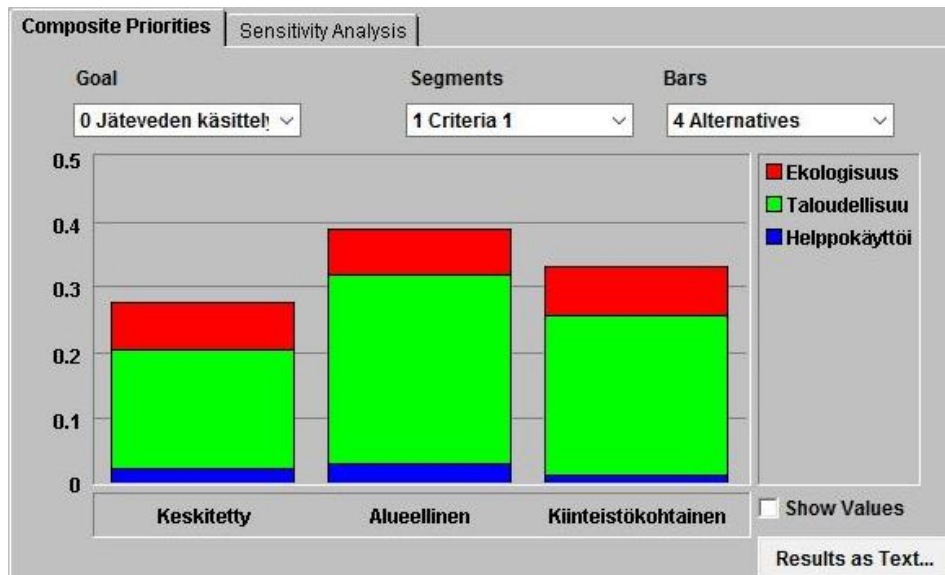
Tiedot fosforin, typen ja orgaanisen aineksen puhdistustehoista syötettiin ohjelmaan sellaisenaan. Mitä suurempi puhdistusteho, sitä parempi. Toimintavarmuutta ja huoltotarvetta arvioitiin asteikolla 0-1, jossa yksi tarkoittaa hyvää toimintavarmuutta ja vähäistä huoltotarvetta. Ohjelmaan syötetyt tiedot löytyvät liitteestä 3.

Skenaariossa 1, jossa painotettiin ekologisuuksi, parhaaksi jäteveden puhdistustavaksi paljastui kuvan 19 mukaan niukasti alueellinen jäteveden puhdistus. Sen jälkeen paras vaihtoehto analyttisen hierarkiaproessin mukaan on kiinteistökohtainen vaihtoehto. Keskitetty vaihtoehto jäi ekologisuuksi painottavassa skenaariossa huonoimmaksi vaihtoehdoksi. Vertailun tuloksissa on kuitenkin otettava huomioon, että alueellisen vaihtoehdon hyvät puhdistustehot riippuvat siitä, käytetäänkö ja huolletaanko puhdistamo oikein. Alueellisten puhdistamojen puhdistustehot ovat aina tapauskohtaisia.



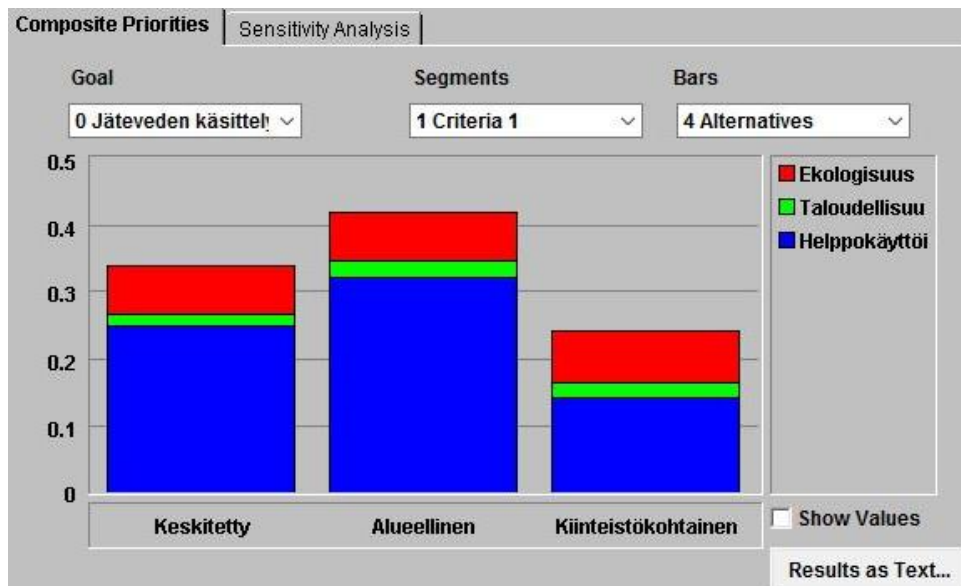
Kuva 19. Ekologisuuksi painottavassa skenaariossa erot eri jäteveden puhdistustapojen välillä olivat todella pieniä.

Skenaariossa 2 painotettiin taloudellisuutta. Tälläkin painotuksella alueellinen vaihtoehto osoittautui parhaaksi. Toiseksi parhaaksi vaihtoehdoksi paljastui kiinteistökohtainen ratkaisu keskitetyn jäteveden puhdistuksen jäädessä huonoimmaksi ratkaisuksi. Kuten kuvasta 20 (s. 55) näkyy, erot olivat selvästi suurempia kuin ekologisuuksi painottavassa skenaariossa. Vaikka alueellisen puhdistamon investointikustannukset ovat muita vaihtoehtoja korkeammat, maksaa puhdistamo itsensä nopeasti takaisin muita vaihtoehtoja alempien käyttökustannustensa vuoksi.



Kuva 20. Taloudellisuutta painottavassa skenaariossa alueellinen jätevedenpuhdistus osoittautui muita vaihtoehtoja paremmaksi.

Skenaariossa 3 painotettiin helppokäyttöisyyttä, ja alueellinen vaihtoehto osoittautui jälleen järkevimmäksi (kuva 21). Alueellisen vaihtoehdon jälkeen keskitetty vaihtoehto oli järkevin. Kiinteistökohtainen vaihtoehto jäi työläyensä sekä vaihtelevan puhdistustehonsa takia viimeiseksi. Tässäkin skenaariossa on otettava huomioon se, että alueellisen puhdistamon toimintavarmuus on riippuvainen asianmukaisesta huollosta ja tarkkailusta.



Kuva 21. Helppokäyttöisyyttä painottavassa skenaariossa alueellinen jätevedenpuhdistus ylsi yli muiden.

Kaikissa kolmessa skenaariossa alueellinen jätevedenpuhdistus eli kylä- tai naapuripuhdistamo osoittautui järkevimmäksi vaihtoehdoksi. Keskitetty ja kiinteistökohtainen vaihtoehto pärjäsivät melko tasaisesti. Tutkimuksen epävarmuustekijänä voidaan pitää alueellisen jätevedenpuhdistuksen puhdistustehon, toimintavarmuuden sekä kustannusten hankalaa yleistettä-

vyyttä. Jätevedenpuhdistus alueellisesti on aina tapauskohtaista, joten tutkimuksen tuloksia voidaan pitää vain suuntaa-antavina. Tutkimus nostaa kuitenkin esiin seikan, että keskitetylle jätevedenpuhdistukselle on olemassa varteenotettavia vaihtoehtoja niin taloudellisesta, ekologisesta kuin käytännöllisestäkin näkökulmasta katsottuna.

## 11 JÄTEHUOLTO JA KIERTOTALOUS PILOTTIKYLÄSSÄ

Osana opinnäytetyötä pohdittiin eri ratkaisuja perinnekylän jätehuoltoon ja kiertotalouteen. Pilottikylään ideoitiin erilaisia kiertotalouden toimintamalleja, joista kahteen paneuduttiin tarkemmin: asuinalueen yhteisiin jätetipisteisiin sekä vähävetisiin käymälöihin ja kuivakäymälöihin.

Kiertotaloudella tarkoitetaan taloutta, jossa materiaalien hukkaaminen ja jätteen syntyminen on minimoitu (Sita Suomi Oy n.d.). Ideana on säilyttää resurssit taloudessa myös silloin, kun tuote on saavuttanut käyttöikänsä lopun. Palauttamalla resursseja uudelleen käyttöön vähennetään jätteen määrää ja pienennetään riippuvuutta neitseellisistä raaka-aineista. (Ympäristöministeriö 2015f.) Kiertotaloudessa raaka-aineesta otetaan kaikki hyöty irti, ja se pyritään myös jätteeksi tullessaan käyttämään hyödyksi.

Porvoon alueellisen jätelautakunnan jätehuoltomääräykset ovat voimassa myös sen toiminta-alueelle kuuluvassa Sipoossa, ja jätehuollosta vastaa Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. Jätelain mukaan kaikkien kiinteistöjen on liityttävä kunnan järjestämään jätehuoltoon. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy:n toiminta-alueella tämä tarkoittaa oman tai vuokrattavan jäteastian hankkimista, kimppa-astiaa naapureiden kanssa tai monilokeroastiaa. (Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy n.d.a.) Jätteet lajittelemalla ja ne asianmukaisesti kierrättämällä säästetään luonnonvaroja, kun kertaalleen käytöstä poistunut materiaali saadaan jalostettua uudelleen käyttöön. Jätelain mukaan (2:8 §) tulisi noudattaa etusijajärjestystä, jossa ensisijaisena tavoitteena on vähentää syntyvän jätteen määrää. Jos jätettä kuitenkin syntyy, se tulisi valmistella uudelleenkäyttöä varten tai hyödyntää energiana. Oikein kierrättämällä materiaali saadaan uudelleen käyttöön sen sijaan, että se poltettaisiin energiaksi tai viettäisiin kaatopaikalle.

Sipoon perinnekylään on suunniteltu tulevan noin 15–20 asuinkiinteistöä. Alueelle voitaisiin tehdä kaksi suurempaa jätapistettä sen sijaan, että jokaisella kiinteistöllä on oma jätteenkeräysastiansa. Jäteteisteissä olisi sekajätetasteiöien lisäksi erilliskeräysastiat lasille, metallille, paperille sekä kartongille. Jätetesteen yhteydessä voisi olla myös erilliskeräysastia biojäteteelle tai yhteinen kompostori, jos biojätettä ei kompostoida kiinteistökohtaisesti. Usean kiinteistön yhteisillä jäteteisteillä saavutettaisiin korkeampi kierrätysaste kuin kiinteistökohtaisella ratkaisulla, eikä esimerkiksi lasi- ja metallijätettä tarvitsisi kuljettaa kiinteistöltä jätehuoltoyhtiön ylläpitämään jäteteisteeseen, kun asuinalueella olisi oma jäteteisteensä muutaman sadan metrin etäisyydellä. Yhteisillä jäteteisteillä saavutettaisiin sekä taloudellisia säästöjä että tarjottaisiin asukkaille paremmat kierrätysmahdollisuudet. Jäteteiste voitaisiin sijoittaa katokseen, joka voitaisiin rakentaa alueen estetiik-

kaan sopivaksi. Jos alueen yhteisiin jätepisteisiin ei kuitenkaan päädytä, tulisi pelkän sekajätteen keräämisen ja biojätteen mahdollisen kiinteistökohdaisen kompostoinnin sijaan ottaa käyttöön monilokeroastiat, joiden avulla voidaan kerätä sekajätteen lisäksi lasia, metallia, paperia ja kartonkia. Biojäte on kannattavaa kompostoida kiinteistöllä, koska siten säästetään jätehuoltokustannuksissa ja maatunut jäte voidaan käyttää maanparannusaineena omalla pihalla.

Jätehuoltomääräysten mukaan yhteisen jäteastian käytöstä voivat sopia taa-jamassa sijaitsevat yksittäiset kiinteistöt, jos kiinteistöt sijaitsevat lähinaa-pureina, tai haja-asutusalueella sijaitsevat kiinteistöt, jos nämä sijaitsevat lähinaapureina tai saman tien varrella. Yhteisastiaa voidaan käyttää sekajätteen tai jonkin hyötyjätelajin keräämiseen. Jos yhteisastiaa käyttää yli viisi kiinteistöä, tulee keräysvälineen olla tilavuudeltaan vähintään 100 litraa yhtä vakituista asuntoa kohden. (Porvoon alueellisen jätelautakunnan jätehuoltomääräykset 1.1.2015, 8.)

Biojätteen, kartongin, lasin ja metallin erilliskeräysvelvoite koskee vain kiinteistöjä, joissa on vähintään viisi asuinhuoneistoa. Kiinteistöt, joissa on tätä vähemmän asuinhuoneistoja, voivat kuitenkin liittyä hyötyjätteiden kiinteistöittäiseen jätteenkuljetukseen yhteisastialla tai yksinään sopimalla siitä jätelaitoksen kanssa. Joillain pientaloalueilla myös monilokerokeräys (metalli, lasi, kartonki ja paperi) on mahdollista. Jos kiinteistö ei ole liittynyt hyötyjätteiden kiinteistökohtaiseen jätteenkuljetukseen, on kiinteistöllä syntyvät hyötyjätteet toimitettava ekopisteille. (Porvoon alueellisen jätelautakunnan jätehuoltomääräykset 1.1.2015, 10.) Jätehuoltomääräysten mukaan Sipoon perinnekyläalueella veloitettaisiin siis keräämään sekajäte kiinteistöittäisesti ja kuljettamaan ekopisteille erilliskeräykseen kuuluvat jätelajit, kuten kartonki, lasi ja metalli.

Kiinteistöllä saa kompostoida siellä syntyvää biojätettä, kunhan kompostori sijoitetaan, rakennetaan ja ylläpidetään niin, ettei sen käytöstä aiheudu haittaa tai vaaraa terveydelle, ympäristölle tai naapureille. Kompostori voi olla myös useamman kiinteistön yhteinen. Kuivakäymäläjätettä saa kompostoida vain tarkoitukseen soveltuvassa, suljetussa ja hyvin ilmastoidussa kompostorissa, joka on suojattu haittaeläinten pääsylvä ja jonka valumavesien pääsy maahan on estetty. Kiinteistön on järjestettävä jätteiden keräyspaikka siten, että jäteauto pääsee kääntymään keräyspaikan yhteydessä. Jäteastiat on sijoitettava keräyspaikkaan, joka on saavutettavissa ilman kynnystä, porrasta tai muuta estettä. Käsin siirrettävät pyörälliset jäteastiat on sijoitettava siten, että jäteauto pääsee esteettömästi ja turvallisesti vähintään 10 metrin etäisyydelle jäteastioista. (Porvoon alueellisen jätehuoltolautakunnan jätehuoltomääräykset 1.1.2015, 11, 16.)

Alueen jätevesihuoltoa voitaisiin helpottaa rakentamalla taloihin joko vähävetinen tai kokonaan vettä käyttämätön kuivakäymälä. Vähävetiset ja kuivakäymälät eivät kehittyneen teknologian vuoksi enää juuri eroa tavanomaisesta WC:stä ulkonäkönsä tai käyttömukavuutensa puolesta. Vähävetinen käymälä on toimintaperiaatteeltaan hyvin samankaltainen kuin tavallinen vesivessa. Vesivessasta poiketen se käyttää kuitenkin erittäin vähän

huuhteluvettä, noin 0,2–0,5 litraa mallista riippuen, siinä missä normaaleissa WC-istuimissa yksi huuhtelukerta kuluttaa noin 6–9 litraa. Vähävetisen käymälän säiliö on joko tyhjennettävä umpisäiliö tai kompostoiva suursäiliö. Perinteiseen WC-järjestelmään verrattuna vähävetisen käymälän yhteydessä käytettävään umpisäiliöön kertyvän jätteen määrä pienenee lähes kymmenesosaan. Samalla saadaan huomattavia kustannussäästöjä ja säästetään puhdasta vettä. Kompostoivassa suursäiliössä käymäläjätteet kompostoituvat ja ne voidaan käyttää esimerkiksi maanparannusaineena. Tällä tavoin arvokkaat ravinteet saadaan käyttöön eikä vaaraa niiden ajautumisesta vesistöihin ole. (Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto n.d.a.)

Vähävetistä käymälää ekologisempi vaihtoehto on kuivakäymälä, jonka käyttöön ei tarvita lainkaan vettä. Käymälä- ja pesuvesien pitäminen erillään tekee jätevesien käsittelystä yksinkertaisempaa, koska suurin osa ravinteista ja bakteereista on ulosteissa ja virtsassa. Kuivakäymälää käytettäessä ravinteet voidaan hyödyntää lannoitteena ja asianmukaisesti toteutettu kompostointi tuhoaa myös ulosteen bakteerit. Pesuvedet voidaan käsitellä joko maaperäkäsittelyssä tai harmaavesisuotimessa. (Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto n.d.b.)

Kuivakäymälärakentamista ohjataan muun muassa maankäyttö- ja rakennuslaissa, terveydensuojelulaissa sekä terveydensuojeluasetuksessa. Näiden lisäksi kunnan rakennusjärjestyksessä, jätehuolto-, ympäristönsuojelutai terveydensuojelumääräyksissä voi olla kuivakäymälöitä koskevia ohjeita tai määräyksiä. Vanhoissa kohteissa käymälärakentamiseen on aina saatava rakennus- tai toimenpidelupa. Käymälä on rakennettava niin, ettei siitä aiheudu terveyshaittaa käyttäjille tai ympäristössä oleskeleville. Taa-jama-alueella käymäläjätettä saa kompostoida ainoastaan siihen suunnitellussa säiliössä. (Kiertokapula Oy 2011, 4-5; Käymäläseura Huussi ry n.d., 2.) Ravinteiden saattaminen takaisin luonnon kiertokulkuun on tärkeää, sillä esimerkiksi fosfori uhkaa loppua maailmasta kokonaan. Kuivakäymälöiden ja käymäläjätteen kompostoinnin avulla muun muassa fosfori ja typpi saadaan takaisin kierto. Ravinteiden kierrätyksen lisäksi kuivakäymälällä voidaan saada merkittäviä taloudellisia säästöjä: nelihenkinen perhe säästää paikkakunnasta riippuen noin 50–100 euroa kuukaudessa, kun kunnalliset jätevesimaksut jäävät pois. (Ketonen 2009.)

## 12 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET SIPOON PILOTTIKYLÄLLE

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka Sipooseen suunnitellun perinnekylän lämmöntuotanto sekä jätevesien puhdistus kannattaisi järjestää. Lisäksi haluttiin tietää, miten jätehuolto kannattaa järjestää ja miten alueella syntyvää jätettä voitaisiin hyödyntää syntypaikalla. Tässä luvussa koetaan yhteen analyttisen hierarkiaproessin tulokset ja annetaan toimenpide-ehdotukset Sipoon perinnekylää varten.

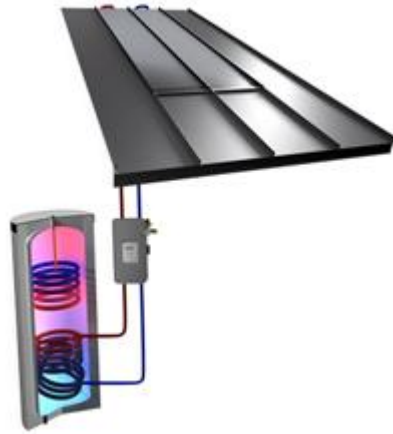
Analyttisen hierarkiaproessin tulosten mukaan perinnekylän kiinteistöjen päälämmitysjärjestelmäksi järkevin vaihtoehto on joko keskitetty kaukolämpö tai kiinteistökohtainen maalämpö. Näistä kahdesta vaihtoehdosta

suositellaan maalämpöä, koska se on täysin uusiutuva lämmöntuotantomuoto, eikä se vaadi yhtä paljoa infrastruktuuria kuin kaukolämpö. Jos alueen rakennukset rakentuvat samaan aikaan eivätkä kiinteistöjen väliset välimatkat ole liian pitkiä, kannattaa perinnekyläalueelle pohtia myös omaa aluelämpölaitosta. Alueellinen vaihtoehto sai analyyttisessä hierarkiaprosessissa oletettavasti todellista huonommat pisteet esimerkiksi taloudellisuudessa, sillä tietoja tämän kokoiselle alueelle sopivista ratkaisuista oli hankala löytää. Aluelämpölaitoksia tulisi tutkia aina tapauskohtaisesti, joten tutkimuksen tuloksista poiketen alueellinen lämmöntuotanto voisi perinnekyläalueelle olla varteenotettava vaihtoehto.

Sipooseen kaukolämmön toimittaa Keravan Energia, joka ilmoittaa kaukolämmön polttoaineena käytettävän muun muassa puuta ja metsähakkuiden jätteitä, maakaasua, turvetta, kivihiiltä, öljyä, biokaasua sekä teollisuudessa syntyvää hukkalämpöä. Keravan Energia tarjoaa kaukolämpöasiakkailleen myös biolämpöä, jonka hiilidioksidipäästöt ovat yrityksen mukaan nolla. (Keravan Energia Oy n.d.a.) Kaukolämmön investointi- ja käyttökustannukset ovat Sipoon alueella koko Suomen keskiarvoa korkeammat (Energiateollisuus ry 2015), joten taloudellisesta näkökulmasta kaukolämmön pisteet laskevat Sipoon kohdealueella muihin vaihtoehtoihin nähden. Kitinojan ja Stundarsin haastattelujen perusteella voidaan myös sanoa, että maalämpö on toiminut perinnekyläalueilla moitteettomasti eikä se aiheuta maisemahaittoja. Jos keskittyyn kaukolämpöön kuitenkin päädytään, tulisi valita Keravan Energian tarjoama biolämpö. Se on tavanomaista kaukolämpöä hieman kalliimpaa (Keravan Energia Oy n.d.b.), mutta sen hiilidioksidipäästöt ovat pienemmät.

Tutkituista tukilämmitysjärjestelmistä kahdessa kolmesta skenaariosta parhaaksi osoittautui analyyttisessä hierarkiaprosessissa aurinkolämpö. Vertailussa pärjäsivät hyvin myös ekosähkö ja varaava takka. Kitinojan ja Stundarsin perinnekyläliien jokaisessa talossa oli takka, jota käytettiin päivittäin talon lämmitykseen. Näin tulee luultavasti olemaan myös Sipoon perinnekylässä, koska vanhoissa hirsirakennuksissa takka on saattanut olla lämmitystavoista ainut. Kitinojalla ja Stundarsissa rakennustapaohjeistot eivät suosittele aurinkolämpöä tai -sähköä paneelien ja keräinten erottuvuuden vuoksi. Teräsyhtiö Ruukilla on kuitenkin tuotevalikoimassaan aurinkolämpöä hyödyntävä lämpökatto (Rautaruukki Oyj n.d.), joka nähdäkseni sopisi hyvin myös perinteisen hirsirakennuksen mustaan peltisaumakatteeseen (kuva 22, s. 60).





Kuva 22. Ruukki Classic Solar -lämpökatto ja vesivaraaja (Rautaruukki Oyj n.d.). Tämän kaltaiset aurinkokeräimet sulautuisivat nähdäkseni hyvin myös perinteisen rakennuksen mustaan peltisaumakatteeseen.

Vanhat rakennukset ja niistä koostuvat pihapiirit edustavat talonpoikaiskulttuuria, johon kuuluu olennaisena osana itse tekeminen, omavaraisuus ja eläminen vuodenaikojen mukaan. Talonpoikaiskulttuurisäätiö tahtoo vaalia perinteitä, mutta luoda myös uutta talonpoikaiskulttuuria. Nähdäkseni tämän kaltainen energiaomavaraisuutta lisäävä toiminta on hyvä esimerkki modernista talonpoikaisuudesta. Kitinojalla ja Stundarsissa suhtauduttiin melko ristiriitaisesti talonpoikaiskulttuurin estetiikkaan: ulkopuolisesti talojen halutaan olevan kuin suoraan 1800-luvulta, mutta sisällä on parhaimmillaan kaikki modernit mukavuudet. Uutta talonpoikaiskulttuuria luodaan nimenomaan säilyttämällä vanhat, hyviksi todetut toimintatavat, kuten rakennukset, ja lisäämällä niihin uusia hyviä teknologioita. Toimenpide-ehdotus Sipoon pilottikylälle on, että aurinkokeräimiä ei suorilta käsin kielletä rakennustapaohjeistossa, vaan uuden talonpoikaiskulttuurin luomisen nimessä niiden käyttöön jopa kannustetaan, jos ne rakennusteknisesti soveltuvat vanhoihin hirsirakennuksiin.

Suora sähkölämmitys kokonaan uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetulla ekosähköllä on ekologisesti ja käytännöllisesti perusteltua, mutta sen kustannukset voivat nousta suuriksi. Sähkölämmitys on ongelmallinen myös E-luvun suhteen: Ympäristöministeriön asetuksessa (176/2013) eri energiamuodoille on annettu kertoimia, joiden avulla rakennuksen E-luku määritetään. Suora sähkölämmitys on asetuksessa saanut jopa fossiilisia polttoaineita suuremman kertoimen, 1,7. Kaikki sähkö saa E-lukuja laskettaessa saman kertoimen, siitä huolimatta onko kyseessä uusiutuvilla vai uusiutumattomilla energiamuodoilla tuotettu sähkö. Tämä on ongelmallista siirrettyjen hirsirakennusten kannalta, koska niiden on muutenkin hankala täyttää kiristyviä E-lukuvaatimuksia hengittävän rakenteensa vuoksi. Siksi suoraa sähkölämmitystä ekosähköllä ei suositella Sipoon perinnekylään. Myöskään ilmalämpöpumput eivät tukilämmitysjärjestelmänä toimi vanhassa rakennuksessa yhtä hyvin kuin uudessa. Saatsin (2014, 22) mukaan perinteinen huonejako, korkeat huoneet ja kynnykset haittaavat ilmankiertoa, minkä vuoksi ilmalämpöpumppu ei yleensä ole hyödyllinen vanhassa talossa. Lisäksi ulkoyksikön sijoittaminen saattaa koitua ongelmalliseksi ulkonäkönsä vuoksi.

Lämmöntuotannon lisäksi perinnekyläalueella kannattaa kartoittaa mahdollisen sähkön mikrotuotannon mahdollisuudet. Merkittävimpiä pienimuotoisia sähköntuotantotapoja Suomessa ovat pienvesivoima, tuulivoima, aurinkosähkö ja bioenergia. Perinnekyläalueella pienvesivoiman tuottaminen ei ole mahdollista, sillä alueella ei ole koskea tai putousta. Tuulivoiman ja aurinkosähkön potentiaalit alueella kannattaa selvittää. Jos alueelle rakennettaisiin CHP-laitos, saataisiin sillä tuotettua kiinteistöjen tarvittava lämpö sekä osa niiden tarvitsemasta sähköstä. Kattavaa tietoa siitä, kuinka paljon Suomessa tällä hetkellä tuotetaan sähköä pienimuotoisesti, ei ole saatavissa. (Motiva Oy 2012, 6.) Pienimuotoisen sähköntuotannon oletetaan lähivuosina kuitenkin lisääntyneen ja suunnan pysyvän samana (Sähköala.fi 2011).

Analyttisellä hierarkiaprosessilla tehdyn vertailun mukaan jäteveden puhdistusmenetelmistä järkevin on alueellinen jäteveden puhdistus, eli naapuritai kyläpuhdistamo. Keskitetty ja kiinteistökohtaiset ratkaisut pärjäsivät vertailussa melko tasaisesti. Alueellisten puhdistamojen puhdistustehot ja kustannukset ovat aina tapauskohtaisia, joten tämän tutkimuksen tuloksia voidaan pitää vain suuntaa-antavina. Alueellisen puhdistamon kannattavuuteen vaikuttaa myös se, rakentuvatko alueen kiinteistöt yhtä aikaa vai vähitellen, sekä kiinteistöjen välimatkat toisistaan. Vertailun tulokset olisivat luultavasti myös erilaiset, jos käymälä- ja pesuvedet käsiteltäisiin erikseen. Suurin osa jätevesien bakteereista ja ravinteista on käymäläjätevesissä, eli jos nämä käsitellään erillään pesuvesistä tai käymäläjätteitä ei sekoiteta lainkaan veteen, on jätevesien käsittely helpompaa. Vähävetisiä tai kuivakäymälöitä perinnekylässä tulisi ehdottomasti harkita, sillä ne ovat käymälävaihtoehtoista sekä ekologisimmat että kokonaisinvestoinneiltaan edullisimmat. Ne myös helpottavat huomattavasti jätevesien puhdistusta. Mikäli Sipoon perinnekylän kiinteistöissä otetaan käyttöön kuivakäymälöitä, voidaan käymäläjäte kompostoida kunnan määräysten mukaisesti paikallisesti. Kun käymäläjätteitä ei sekoiteta veteen, jää käsiteltäväksi vain pesuvedet, joiden käsittelyyn riittää yleensä yksinkertainen maaperäkäsittely. Joillain alueilla maaperän ominaisuudet tai kunnan määräykset voivat vaatia erityisratkaisuja. (Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto n.d.d.)

Käymälä- ja muun biojätteen kiinteistökohtaisen kompostoinnin lisäksi toimenpide-ehdotuksena perinnekylän jätehuoltoon ovat kiinteistökohtaisten jätteenkeräysastioiden sijaan alueelle sijoitettavat suuremmat jätteenkeräyspisteet. Jätteenkeräyspisteitä voisi olla kaksi, jolloin kummallekin pisteelle kerättäisiin noin 10 kiinteistön jätteet. Kiinteistökohtaisia jätteenkeräyspisteitä suurempien jätteenkeräyspisteiden avulla jätejakeita saadaan kerättyä enemmän kuin mitä kiinteistökohtaisessa ratkaisussa, ja lisäksi kierrätyksestä tehdään helpompaa, kun esimerkiksi lasia ja metallia ei tarvitse kuljettaa jätehuoltoyhtiön ekopisteille. Lähin ekopiste, jossa vastaanotetaan paperia, kartonkia, pienmetallia ja lasia, sijaitsee reilun kilometrin päässä Sipoon perinnekyläalueelta. (Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy n.d.b.)

## 13 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Talonpoikauskulttuurisäätiön Kylä 2020 -hankkeelle esiselvitys, jossa perehdytään jo olemassa olevien perinnekylien ekologisuuteen ja tehdä sen perusteella toimenpide-ehdotuksia suunnitteilla olevaan Sipoon Talman perinnekylään. Tarkastelun kohteena olivat rakennettu ympäristö sekä energia, jätevedenpuhdistus sekä jätehuolto. Osana opinnäytetyötä tehtiin myös meta- eli kokoomatutkimus puurakennusten ekologisuudesta.

Tutkimus osoitti, että perinnekylät voivat luoda erinomaiset edellytykset ekologisesti kestäväälle elämälle. Taajaman ulkopuolisilla alueilla energia on mahdollista tuottaa lähellä uusiutuvasti ja jätevedet puhdistaa paikallisesti. Jätteistä biojäte voidaan käsitellä sen syntypaikalla. Perinnekylät muodostuvat kokonaan kierrätetyistä, uudelleenkäyttöön otetuista hirsirakennuksista sekä uusista, perinteisellä tavalla rakennetuista hirsitaloista. Estetiikka on perinnekylissä tärkeää, koska perinteistä rakentamista ja rakennuskulttuuria halutaan vaalia. Toisinaan perinteisen pihapiirin ja rakentamisen vaaliminen aiheuttaa ristiriitoja esimerkiksi lämmön ja sähkön pientuotannon kanssa. Perinnekylien etäisyys palveluista ja julkisen liikenteen puute vähentävät kylien ekologisuutta.

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli tutkia analyyttisellä hierarkiaprozessilla, miten Sipoon pilottikylän lämmöntuotanto ja jätevesien puhdistus olisi kannattavinta järjestää – keskitetysti, alueellisesti vai kiinteistökohtaisesti. Analyyttisessä hierarkiaprozessissa toteutettiin kolme eri skenaariota. Vertailussa päälämmitysjärjestelmistä parhaaksi todettiin kiinteistökohtainen maalämpö tai keskitetty kaukolämpö. Tukilämmitysjärjestelmistä parhaaksi osoittautui aurinkolämpö. Jätevesien puhdistus olisi vertailun mukaan järkevintä järjestää alueellisessa kylä- tai naapuripuhdistamossa. Sipoon perinnekylälle tehtiin tulosten perusteella toimenpide-ehdotukset, joissa huomioitiin paikalliset olosuhteet.

Tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelua, havainnointia, metatutkimusta sekä analyyttistä hierarkiaprozessia. Haastattelu ja havainnointi olivat ennestään tutkimusmenetelmistä tutuimpia, ja ne myös onnistuivat nähdäkseni parhaiten. Puurakennusten ekologisuutta tutkittiin metatutkimuksella. Tutkimukseen haasteensa loi tiedon suuri määrä ja tiedonhaun järjestelmättömyys. Tiedonhaku olisi sujunut sekä nopeammin, tehokkaammin että laajemmin, jos se olisi ollut suunnitellumpaa. Analyyttinen hierarkiaprozessi oli tuttu oppitunneilta, joilla sitä hyödynnettiin kevennetyllä menetelmällä. Opinnäytetyössä käytetty Web-HIPRE-ohjelma oli täysin uusi tuttavuus, jonka käytön opettelin tutkimuksen edetessä. Tutkimuksen suurimmat epävarmuustekijät liittyvät juuri analyyttiseen hierarkiaprozessiin. Pyrin opinnäytetyössäni kuitenkin tuomaan mahdollisimman selkeästi esiin nämä epävarmuustekijät, niiden syyt ja vaikutukset.

Aiempia tutkimuksia perinnekylistä tai niiden ekologisuudesta ei ainakaan Suomessa ole tehty. Tutkimuksen osoittama tieto on tältä osin uutta. Puurakennusten ekologisuutta on tutkittu Suomessa ja maailmanlaajuisesti paljon, ja tämä opinnäytetyö vain kerää näiden tutkimusten tuloksia yhteen.

Tulokset ovat yleistettävissä sekä perinnekyläin että muihin vastaavan kokoisiin ja rakenteeltaan ryhmäkylä muistuttaviin asuinalueisiin. Vertailut analyttisellä hierarkiaprozessilla pyrittiin tekemään niin, että ne ovat siirrettävissä myös muualle.

Perinnekylä ei toistaiseksi Suomessa ole vasta kuin kaksi, eikä niitä juuri ole tutkittu. Koska perinnekyläien rakenne ja rakennusten tekniset ominaisuudet eroavat merkittävästi niin sanotuista tavanomaisista asuinalueista ja niiden taloista, olisi mielenkiintoista tietää, onko esimerkiksi siirretyn hirsirakennuksen ja tavanomaisen asuintalon hiilijalanjäljen koossa merkittävää eroa. Kaupunki-maaseutu -vastakkainasettelun sijaan tarvittaisiin kuitenkin objektiivista ja kaikissa olosuhteissa sovellettavaa tietoa siitä, miten asumisen ja elämisen hiilidioksidi- ja muita päästöjä voidaan onnistuneesti vähentää. Perinnekylissä tutkimusta voitaisiin tehdä niiden yhteisöllisyydestä sekä niiden rakentumisesta maankäytön ja kaavoittamisen näkökulmasta. Kiristyvien energiamääräysten rinnalle olisi tarpeellista saada myös asiantuntijoita, jotka pystyvät ottamaan kantaa rakennusten kulttuurihistoriallisiin arvoihin. Toimialarajat ylittävää tutkimusta kulttuurihistoriallisesti merkittävien rakennusten energiatehokkuudesta ja muusta ekologisuudesta tarvittaisiin, jotta molempien tällä hetkellä vastakkain olevien tahojen näkemykset saataisiin esille.

Opinnäytetyöprosessi opetti paljon sekä itse aiheesta että eri tutkimusmenetelmistä. Teoriaosuudessa perehdyin aihealueeseen, jota ei juuri koulutusohjelmassamme ole opiskeluaikani käsitelty. Oman mielenkiinnon vuoksi jonkinlainen taustatieto aiheesta kuitenkin oli jo olemassa, mutta opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellyt rakennustekniset asiat olivat täysin uusia. Opinnäytetyö opetti valtavasti tieteellisestä kirjoittamisesta, asioiden pohtimisesta monesta eri näkökulmasta, ongelmanratkaisusta sekä aikatauluttamisesta. Työ oli laajuudeltaan mahdollisesti ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä laajempi, mutta opinnäytetyön tilaajan toiveiden mukaisesti tein mielelläni itseäni kiinnostavasta aiheesta hieman vaadittua laajemman tutkimuksen.

## LÄHTEET

- Aalto, P., Lehmuskoski, V., Lehto, H., Sihvola, T., Toiskallio, K. & Vanhanen, K. 2007. Joukkoliikenteen kokonaislaatuun vaikuttavat tekijät, painopisteenä paikallisliikenne. Osaraportti 2. Viitattu 7.8.2015. [http://www.lvm.fi/fileserver/LVM\\_66B\\_2007.pdf](http://www.lvm.fi/fileserver/LVM_66B_2007.pdf)
- Ab Stormossen Oy. n.d.a. Omistajakunnat. Viitattu 3.7.2015. <http://www.stormossen.fi/Omistajakunnat>
- Ab Stormossen Oy. n.d.b. Poltettava jäte. Viitattu 3.7.2015. [http://www.stormossen.fi/tmp\\_stormossen2\\_site\\_3.asp?sua=2&lang=1&s=237](http://www.stormossen.fi/tmp_stormossen2_site_3.asp?sua=2&lang=1&s=237)
- Ab Stormossen Oy. n.d.c. Jätteen hyötykäyttö. Viitattu 3.7.2015. [http://www.stormossen.fi/Jatteen\\_hyotykaytto](http://www.stormossen.fi/Jatteen_hyotykaytto)
- Ahonen, O., Airaksinen, M., Alhola, K., Cantell, H., Haanpää, S., Heikkinen, J., Juhola, S., Järvelä, M., Kontio, P., Nissinen, A. & Seppälä, J. 2014. Ilmastomuutoksen hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä. Suomen ilmastopaneeli – raportti 6/2014. Viitattu 11.6.2015. [http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset\\_lausunnot/Ilmastomuutoksen%20hillint%C3%A4%20ja%20sopeutuminen%20rakennetussa%20ymp%C3%A4rist%C3%B6ss%C3%A4.pdf](http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Ilmastomuutoksen%20hillint%C3%A4%20ja%20sopeutuminen%20rakennetussa%20ymp%C3%A4rist%C3%B6ss%C3%A4.pdf)
- Airaksinen, M., Cantell, H., Järvelä, M., Ollikainen, M., Peltonen-Sainio, P., Savolainen, I. & Seppälä, J. 2014. Ilmastopaneeli – Kuluttajan valinnat kohti hiilineutraalisuutta – asuminen, liikkuminen, ruokailu ja kompensaatiot. Viitattu 23.6.2015. [http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset\\_lausunnot/Kuluttajien%20valinnat%20pyritt%C3%A4ess%C3%A4%20kohti%20hiilineutraalisuutta%20-%20asuminen,%20liikkuminen,%20ruokailu%20ja%20kompensaatiot.pdf](http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Kuluttajien%20valinnat%20pyritt%C3%A4ess%C3%A4%20kohti%20hiilineutraalisuutta%20-%20asuminen,%20liikkuminen,%20ruokailu%20ja%20kompensaatiot.pdf)
- Alasaarela, M. 2008. Hirsiseinän ympäristövaikutusten laskenta elinkaaritarkastelun avulla. Viitattu 10.7.2015. [http://www.kontio.fi/files/hirsiseinan\\_elinkaarianalyysi.pdf](http://www.kontio.fi/files/hirsiseinan_elinkaarianalyysi.pdf)
- Behm, K. & Häkkinen, T. 2010. Hirsitalotoimialan ekokilpailukyky tarkastelu – hirsitalomallin puumateriaalien elinkaariarviointi käsittäen hiilijalanjäljen, energiataseen ja päästöt. Viitattu 15.7.2015. [http://www.kontio.fi/files/hirsitalotoimiala\\_raportti\\_2010.pdf](http://www.kontio.fi/files/hirsitalotoimiala_raportti_2010.pdf)
- Berninger, K. 2012. Hiilineutraali Suomi – miten luodaan ilmastoystävällinen yhteiskunta? Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Beyer, G., Defays, M., Fischer, M., Fletcher, J., de Munck, E., de Jaeger, F., Van Riet, C., Vandeweghe, K. & Wijnendaele, K. (toim.) 2006. Toimi ilmaston puolesta: Käytä puuta. Viitattu 14.7.2015. <http://www.puu-info.fi/sites/default/files/Toimi%20ilmaston%20puolesta%20WEB.pdf>

Bioenergiapörssi. 2015. Lämmityslaskuri. Viitattu 7.8.2015. <http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/1%C3%A4mmityslaskuri>

Borgar, P. 2014. Jätteet. Viitattu 20.7.2015. [http://www.sipoo.fi/fi/palvelut/ymparisto\\_ja\\_maatalous/jatteet](http://www.sipoo.fi/fi/palvelut/ymparisto_ja_maatalous/jatteet)

Buchanan, A. n.d. Energy and CO<sub>2</sub> Advantages of Wood for Sustainable Buildings. Viitattu 14.7.2015. <http://www.civil.canterbury.ac.nz/pubs/Energy-CO2AdvantagesWoodSustainableBuildings.pdf>

Båsk, P. 11.7.2015. Några frågor. Vastaanottaja Siru Perälä. [Sähköposti-viesti.] Viitattu 13.7.2015.

Carlson, A-R. 2008. Suomen metsät ja monimuotoisuuden hupeneminen. Teoksessa Portin, A. (toim.) Kaikesta jää jälki – Puheenvuoroja ympäristöä säästävistä valinnoista. Kustannusosakeyhtiö Avain: Keuruu, 102-103.

Elfving, J. 2010. Green Building vai Green City. Julkaisussa Junnila, S. (toim.) Rakentamisen energiatulevaisuus. Sitran raportteja 84. Viitattu 12.6.2015. <http://www.sitra.fi/julkaisut/raportti84.pdf>

Energiateollisuus ry. n.d. Kaukolämmitys. Viitattu 8.7.2015. <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Energiateollisuus ry. 2007. Käytä kaukolämpöä oikein. Viitattu 27.7.2015. [http://energia.fi/sites/default/files/kayta\\_kaukolampoa\\_oikein\\_suomi.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/kayta_kaukolampoa_oikein_suomi.pdf)

Energiateollisuus ry. 2015. Kaukolämmön hinta 1.1.2015 alkaen. Viitattu 25.7.2015. [http://energia.fi/sites/default/files/hinta\\_010115\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/hinta_010115_0.pdf)

Energiateollisuus ry. 2015. Sähköntuotannon polttoaineet ja CO<sub>2</sub>-päästöt. Viitattu 21.8.2015. [http://energia.fi/sites/default/files/a\\_sahkontuotannon\\_kk\\_polttoaineet\\_heinakuu.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/a_sahkontuotannon_kk_polttoaineet_heinakuu.pdf)

Energiavirasto. n.d. Hintatilastot. Viitattu 20.8.2015. <http://www.sahkon-hinta.fi/summariesandgraphs>

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. 2013. Södra Stadsfjärden-Söderfjärden-Öjen. Viitattu 28.6.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura\\_2000\\_alueet/Sodra\\_StadsfjardenSoderfjardenOjen%286846%29](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Sodra_StadsfjardenSoderfjardenOjen%286846%29)

Euroopan komissio. 2011. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle – Etenemissuunnitelma kohti resurssitehokasta Eurooppaa. Viitattu 13.7.2015. [http://www.motiva.fi/files/4882/Etenemissuunnitelma\\_kohti\\_resurssitehokasta\\_Eurooppaa.pdf](http://www.motiva.fi/files/4882/Etenemissuunnitelma_kohti_resurssitehokasta_Eurooppaa.pdf)

FInZEB. n.d. Tausta ja tavoitteet. Viitattu 19.7.2015. <http://finzeb.fi/tausta-ja-tavoitteet/>

Gagnon, L. & van de Vate, J. 1999. Greenhouse gas emissions from hydro-power: The state of research in 1996. Viitattu 20.8.2015. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421596001255>

Gullberg, K. n.d. Det äldre byggnadsbeståndet som en del av en levande boendemiljö – Projekt Stundars i Solf. Julkaisematon. Viitattu 2.7.2015.

Gustavsson, L., Hoen, H-F., Jungmeier, G., Karjalainen, T., Klöhn, S., Madlener, R., Mahapatra, K., Pohjola, J., Solberg, B. & Spelter, H. 2006. The Role of Wood Material For Greenhouse Gas Mitigation. Viitattu 16.6.2015. [https://www1.ethz.ch/cepe/publications/Madlener\\_MITI\\_substitution\\_paper\\_Final.pdf](https://www1.ethz.ch/cepe/publications/Madlener_MITI_substitution_paper_Final.pdf)

Gustavsson, L. & Sathre, R. 2009. A state-of-the-art review of energy and climate effects of wood product substitution. Viitattu 15.7.2015. [http://lnu.se/polopoly\\_fs/1.42303!Energy%20and%20climate%20effects%20Report%202.pdf](http://lnu.se/polopoly_fs/1.42303!Energy%20and%20climate%20effects%20Report%202.pdf)

Hakaste, H. & Peuranen, E. (toim.) 2014. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma – Ramate-työryhmän loppuraportti. Viitattu 13.7.2015. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135172/YMra\\_17\\_%202014.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135172/YMra_17_%202014.pdf?sequence=2)

Halla, T. 2012. Vuoden kyläksi valittiin Kitinoja Seinäjoelta. Viitattu 22.5.2015. <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maaseutu/vuoden-kyl%C3%A4ksi-valittiin-kitinoja-sein%C3%A4joelta-1.23275>

Hamilo, M. 2013. Puuenergia kaukana ilmastoneutraalista. Viitattu 1.8.2015. <http://suomenkuvalehti.fi/jutut/tiede/puuenergia-kaukana-ilmastoneutraalista/>

Hasu, E., Heinonen, J., Junnila, S., Merikoski, T., Mikkonen, V., Nousiainen, M., Paatero, J., Sevander, V. & Staffans, A. 2012. Kestävä maankäyttö – Uusia toimintatapoja, menetelmiä ja työkaluja. Tekesin julkaisu 11/2012. Viitattu 23.6.2015. [http://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/kestava\\_maankaytto.pdf](http://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/kestava_maankaytto.pdf)

Hautamäki, T. 2011a. 19. Kitinoja on vuoden eteläpohjalainen kylä. Viitattu 27.6.2015. <http://koskenrannalta.blogspot.fi/2011/11/19-kitinoja-on-vuoden-etelapohjalainen.html>

Hautamäki, T. 2011b. Taustaa. Julkaisussa Lång-Kivilinna, G. Kitinojan perinnekylä – Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan – rakennustapaohjeisto. s. 4. Viitattu 28.6.2015. <http://www.valokaista.fi/attachments/category/89/Kitinoja%20julkaisuLOW.pdf>

Hautamäki, T. 2011c. 8. Tontit ja rakentamismääräykset Stundarsissa. Viitattu 3.7.2015. <http://koskenrannalta.blogspot.fi/2011/02/8-tontit-ja-rakentamismaaraykset.html>

Hautamäki, T. 1.7.2015. VS:VS: Haastattelu Kitinojan perinnekylään liittyen. Vastaanottaja Siru Perälä. [Sähköpostiviesti.] Viitattu 2.7.2015.

Heikkinen, J. 2011. Jätevesien käsittely haja-asutusalueilla. Viitattu 25.8.2015. <http://www.marttila.fi/FileRoot/639457.pdf>

Heikkinen, M., Lindgren, A-M., Lodenius, S. & Kaski, S. 2015. G 20 Talman osayleiskaava. Selostus. Viitattu 20.7.2015. [http://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/2011\\_keke/yleiskaavat/talma/oikaistu\\_oyk/talmaoyk\\_selostus\\_oikaisu\\_hyvaksyty\\_fi\\_web.pdf](http://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/2011_keke/yleiskaavat/talma/oikaistu_oyk/talmaoyk_selostus_oikaisu_hyvaksyty_fi_web.pdf)

Heinonen, J. & Junnila, S. 2010. Matalahiiliasumisen lähtökohdat. Sitran selvityksiä 20. Viitattu 11.6.2015. <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2020.pdf?download=Lataa+pdf>

Heinonen, J. & Junnila, S. 2012. Yhdyskuntarakenne, elämäntavat ja ilmastomuutos. Viitattu 11.6.2015. [http://www.maaseutupolitiikka.fi/files/2525/Heinonen\\_Junnila\\_yhdyskuntarakenne\\_elamantavat\\_ilmastonmuutos.pdf](http://www.maaseutupolitiikka.fi/files/2525/Heinonen_Junnila_yhdyskuntarakenne_elamantavat_ilmastonmuutos.pdf)

Heinonen, J., Junnila, S., Kuronen, M. & Säynäjoki, A-J. 2012. Are the Greenhouse Gas Implications of New Residential Developments Understood Wrongly? Viitattu 11.6.2015. Saatavissa: <http://www.mdpi.com/1996-1073/5/8/2874>

Heinonen, J., Junnila, S. & Ottelin, J. 2015. New Energy Efficient Housing Has Reduced Carbon Footprints in Outer but Not in Inner Urban Areas. Viitattu 24.8.2015. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b02140>

Helen Oy. 2013. Pysyvien liittymien hinnasto. Viitattu 20.8.2015. <https://www.helen.fi/globalassets/hinnastot-ja-sopimusedot/hsv/pysyvat-liittymatpdf>

Heljo, J., Jääskeläinen, S., Kalenoja, H., Lahti, P., Mäkelä, K., Pesola, A., Ristimäki, M., Vehviläinen, I. & Vihola, J. 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39. Viitattu 11.6.2015. [http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitra\\_selvityksia\\_39.pdf](http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitra_selvityksia_39.pdf)

Heljo, J. & Vihola, J. 2012. Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa. Viitattu 11.6.2015. [http://www.tut.fi/ee/Materiaali/Epat/EPAT\\_loppuraportti.pdf](http://www.tut.fi/ee/Materiaali/Epat/EPAT_loppuraportti.pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. 2015. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo. Viitattu 20.7.2015. <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/jatevedenpuhdistus/Viikinmaki/Sivut/default.aspx>

Hernberg, H. 2014. Tyhjät tilat – Näkökulmia ja keinoja olemassa olevan rakennuskannan uusiokäyttöön. Viitattu 22.6.2015. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135964/TyhjatTilat\\_web.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135964/TyhjatTilat_web.pdf?sequence=1)



Hirsitaloteollisuus ry. 2012. Tietopaketti hirsitaloja koskevista vuoden 2012 energiatehokkuusmääräyksistä. Viitattu 19.7.2015. [http://www.hirsikoti.fi/assets/images/HTT\\_standardit/Energiatehokkuusmaaraykset/Energiatehokkuusmaaraykset\\_2012.pdf](http://www.hirsikoti.fi/assets/images/HTT_standardit/Energiatehokkuusmaaraykset/Energiatehokkuusmaaraykset_2012.pdf)

Huuhka, S. 2014. Rakennukset siirtoon, rakennusosat kiertoon. Viitattu 9.6.2015. <http://mahdoton.fi/2014/08/rakennukset-siirtoon-rakennusosat-kiertoon/>

Hyttinen, T., Löytty, L. & Peura, P. 2006. Maaseudun kiinteistöjen jätevesien puhdistus – Esiselvitys Pohjanmaan maakunnissa. Viitattu 6.8.2015. [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_952-476-162-9.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_952-476-162-9.pdf)

Häkkinen, H. & Kangas, H-L. 2012. Suomalaisen vaikuttavimmat ilmastoteot – WWF Suomen selvitys. Viitattu 12.6.2015. <http://www.wwf.fi/media/bank/1882.pdf>

Häkkinen, T., Korhonen, M-R., Koskela, S., Seppälä, J. & Vares, S. 2011. Materiaalinäkökulma rakennusten ympäristöarvioinnissa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 16/2011. Viitattu 13.7.2015. [http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tiedotteet/rakentamisen-ymparistovaikutuksilla-suuri-yhteiskunnallinen-merkitys/SYKEra\\_16\\_2011\\_materiaalinakokulma\\_rakennusten\\_ymparistoarvioinnissa.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tiedotteet/rakentamisen-ymparistovaikutuksilla-suuri-yhteiskunnallinen-merkitys/SYKEra_16_2011_materiaalinakokulma_rakennusten_ymparistoarvioinnissa.pdf)

Häkkinen, T., Korhonen, M-R., Myllymaa, T., Ruuska, A. & Vares, S. 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset – Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti. Ympäristöministeriön raportteja 8/2013. Viitattu 16.7.2015. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi/FI/Ajankohtaista/Julkaisut/YMra\\_82013\\_Rakennusmateriaalien\\_ymparist%289056%29](http://www.ym.fi/fi/FI/Ajankohtaista/Julkaisut/YMra_82013_Rakennusmateriaalien_ymparist%289056%29)

Häkkinen, T. & Ruuska, A. 2012. Potential impact of wood building on GHG emissions. Viitattu 14.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tiedotteet/vtt-selvitti-puurakentamisen-yleistyminen-vahentaa-co2-paastoja-huomattavasti/potentialimpactofwoodbuildingonghgemissions1252012.pdf>

Hänninen, P. 2012. Ekorakentajan opas. Viitattu 8.7.2015. <http://www.rakentajanekolaskuri.fi/taustatietoa.php>

Hänninen, P. 2014. Ekologisesti kestävä pientaloasuminen – 13 pientalon vertailu. Ympäristöministeriön raportteja 20/2014. Viitattu 16.7.2015. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135887/YMra\\_20\\_2014.pdf?sequence=3](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135887/YMra_20_2014.pdf?sequence=3)

Hästbacka, A. 2014. Kompetenscentrum Stundars Byggnadsvård. Leaderprojekt 2012-14 – ”Utveckla Kompetenscentrum Byggnadsvård på Stundars”. Julkaisematon. Viitattu 2.7.2015.

Ilmasto.org. n.d. Kansainvälinen ilmastopolitiikka. Viitattu 26.6.2015. <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/ilmastopolitiikka/kansainvalinen-ilmastopolitiikka>

Ingenjörbyrå Jord och Vatten AB. 1976. Korsholms kommun – beskrivning över byggnadsplan för Solf kyrkby kvarter nr 2-8 och 11. Julkaisematon. Viitattu 2.7.2015.

IPCC. 2014. 9. Buildings. Viitattu 15.6.2015. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter9.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter9.pdf)

Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. n.d.a. Kodin jätehuolto. Viitattu 18.8.2015. <http://www.iuj.fi/kodin-jatehuolto.aspx>

Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. n.d.b. Sipoon ekopisteet. Viitattu 26.8.2015. <http://www.iuj.fi/vastaanottopisteet/ekopisteet/sipoon-ekopisteet.aspx>

Itä-Uudenmaan liitto. 2009. Itä-Uudenmaan liikennestrategia 2030. Viitattu 20.7.2015. [http://www.uudenmaanliitto.fi/files/6351/Ita-Uudenmaan\\_liikennestrategia.pdf](http://www.uudenmaanliitto.fi/files/6351/Ita-Uudenmaan_liikennestrategia.pdf)

Itä-Uudenmaan liitto. 2010. Itä-Uudenmaan maakuntakaava – Selostus. Viitattu 20.7.2015. <http://www.uudenmaanliitto.fi/files/6057/Kaavaselos-tus.pdf>

Jätelaki. 17.6.2011/646. Viitattu 16.7.2015. [http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646?search\[type\]=pika&search\[pika\]=j%C3%A4telaki](http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646?search[type]=pika&search[pika]=j%C3%A4telaki)

Karjalainen, M. n.d. Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/node/1652>

Keravan Energia Oy. n.d.a. Kaukolämpö. Viitattu 26.8.2015. <http://www.keravanenergia.fi/yritysassiakkaat/kaukolampo/>

Keravan Energia Oy. n.d.b. Ympäristöystävällistä energiaa. Viitattu 26.8.2015. <http://www.keravanenergia.fi/ajankohtaista/uutiset/ymparisto-ystavallista-energiaa/>

Ketonen, T. 2009. Kuivakäymälällä isot säästöt. Viitattu 24.8.2015. <http://yle.fi/aihe/artikkeli/2009/10/22/kuivakaymalalla-isot-saastot>

Kevin, P. 1975. Promemoria om Projekt Stundars. Julkaisematon. Viitattu 2.7.2015.

Kiertokapula Oy. 2011. Kuivakäymälän hankinta ja käyttö. Viitattu 24.8.2015. [http://www.kiertokapula.fi/wp-content/uploads/2013/04/kuivakaymala2011\\_30042013netti.pdf](http://www.kiertokapula.fi/wp-content/uploads/2013/04/kuivakaymala2011_30042013netti.pdf)

Kinnunen, J-P. 2013. Vanhan hirsitalon suojaaminen, kunnostus ja hyödyntäminen osana uudisrakentamista. Karelia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 15.6.2015. [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59175/Kinnunen\\_Jari-Pekka.pdf](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59175/Kinnunen_Jari-Pekka.pdf)

Kitinoja, K. 1.7.2015. Kitinoja. Siru Perälä. [Sähköpostiviesti.] Viitattu 2.7.2015.

Koivuniemi, H. 2012. Uunimestari muistuttaa: Tarkista, että talon rakenteet kestävät takan teon. Viitattu 20.8.2015. <http://www.helsinginuutiset.fi/artikkeli/116860-uunimestari-muistuttaa-tarkista-etta-talon-rakenteet-kestavat-takan-teon>

Korhonen, S., Kuhmonen, H-M., Ponnikas, J. & Voutilainen, O. 2014. Maa-seutukatsaus 2014. Viitattu 17.6.2015. [https://www.tem.fi/files/38570/TEMjul\\_2\\_2014\\_web\\_23012014.pdf](https://www.tem.fi/files/38570/TEMjul_2_2014_web_23012014.pdf)

Korkeamäki, V. 2015. Tietoa Sipoosta. Viitattu 17.7.2015. [http://sipoo.fi/fi/tietoa\\_sipoosta](http://sipoo.fi/fi/tietoa_sipoosta)

Korkiakoski, P. 2014. Kestävän energian kuntatiedotus ja Kestävä kylä – selvitystyö. Viitattu 27.8.2015. <https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/korkiakoski.pdf>

Korvo. 2009. 7.1.13 Vanhan rakennuksen siirto. Viitattu 18.7.2015. <http://www.korvo.fi/7rakennussuojelu/48>

Koskela, S., Korhonen, M-R., Seppälä, J., Häkkinen, T. & Vares, S. 2011. Materiaalinäkökulma rakennusten ympäristöarvioinnissa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 16/2011. Viitattu 15.6.2015. [http://www.motiva.fi/files/7851/Materiaalinakokulma\\_rakennusten\\_ymparistoarvioinnissa\\_Suomen\\_ymparistokeskuksen\\_raportteja\\_16-2011.pdf](http://www.motiva.fi/files/7851/Materiaalinakokulma_rakennusten_ymparistoarvioinnissa_Suomen_ymparistokeskuksen_raportteja_16-2011.pdf)

Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan. n.d. Viitattu 30.6.2015. [http://valokaista.fi/attachments/article/345/Kotoesite\\_netti.pdf](http://valokaista.fi/attachments/article/345/Kotoesite_netti.pdf)

Kylä 2020 – Kuinka monistetaan Suomen parhaita asuinalueita. n.d. Julkaisematon. Viitattu 20.7.2015.

Käymäläseura Huussi ry. n.d. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Viitattu 24.8.2015. <http://www.huussi.net/wp-content/uploads/2013/06/kaymalajateopas.pdf>

Lahti, P. & Moilanen, P. 2010. Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne ja kasviuonekaasupäästöt. Suomen ympäristö 12/2010. Viitattu 23.6.2015. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37964/SY12\\_2010\\_Kaupunkien\\_yhdyskuntarakenne\\_ja\\_kasviuonekaasupaastot.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37964/SY12_2010_Kaupunkien_yhdyskuntarakenne_ja_kasviuonekaasupaastot.pdf?sequence=1)

Lahtinen, K.M. 2014. Viri ja valkee – Vanhan rakennuksen lämpö- ja energiatalous. Hämeenkyrö: Lunette rakennusperinnepalvelut.

Lakeuden Etappi Oy. 2015. Palvelut. Viitattu 1.7.2015. <http://www.etappi.com/fi/palvelut>

Lakeuden jätelautakunta. n.d. Jätehuoltomääräykset. Viitattu 1.7.2015. <http://www.ilmajoki.fi/jatelautakunta/?&id=803>

Lakeuden jätelautakunta. 2013. Yleiset jätehuoltomääräykset. Viitattu 1.7.2015. [http://www.ilmajoki.fi/files/Jatelautakunta/lakeuden\\_jatelautakunta\\_jatehuoltomaaraykset\\_2013.pdf](http://www.ilmajoki.fi/files/Jatelautakunta/lakeuden_jatelautakunta_jatehuoltomaaraykset_2013.pdf)

Lakeuden jätelautakunta. 2015. Yleiset jätehuoltomääräykset 1.10.2015. Viitattu 1.7.2015. [http://www.ilmajoki.fi/files/Jatelautakunta/Jatehuoltomaaraykset\\_2015\\_ehdotus.pdf](http://www.ilmajoki.fi/files/Jatelautakunta/Jatehuoltomaaraykset_2015_ehdotus.pdf)

Lappalainen, M. 2010 Energia- ja ekologiakäsikirja – Suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Liikennevirasto. 2015. Itäradan maakuntakaavavaraus. Viitattu 20.7.2015. <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/suunnitteilla/maakuntavaraus>

Linnanmäki, S. 2012. Kulttuurihistoriallisesti merkittävien rakennusten energiatehokkuus – suomalaisia käytäntöjä. Viitattu 12.6.2015. [http://cool-bricks.com/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Events/120509\\_helsinki/01\\_Linnanmaeki\\_20120509\\_Co2ol\\_Bricks.pdf](http://cool-bricks.com/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Events/120509_helsinki/01_Linnanmaeki_20120509_Co2ol_Bricks.pdf)

Luomura ry. 2015. Stundarsin perinteinen ja yhteisöllinen asuinalue. Viitattu 2.7.2015. <http://www.luomura.com/talotarinoita/stundarsin-perinteinen-ja-yhteis/>

Luukko, K. 2015. Bioenergialla on huomattavan suuret CO<sub>2</sub>-päästöt. Viitattu 20.8.2015. <https://planeetta.wordpress.com/2015/04/27/bioenergialla-on-huomattavan-suuret-co2-paastot/>

Luukko, K. 20.8.2015. VL: Lämmön- ja sähköntuotantolukujen oikeellisuuden arviointi. Siru Perälä. [Sähköpostiviesti.] Viitattu 20.8.2015.

Lång-Kivilinna, G. 2011. Kitinojan perinnekylä – Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan – rakennustapaohjeisto. Viitattu 28.6.2015. <http://www.valokaista.fi/attachments/category/89/Kitinoja%20julkaisuLOW.pdf>

Lönnroth, R. 2015. Avainluvut. Viitattu 17.7.2015. <http://sipoo.fi/fi/tieto/sipoosta/avainluvut>

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132. Viitattu 26.6.2015. <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maanmittauslaitos. Paikkatietoikkuna. n.d. Viitattu 21.7.2015.  
<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta>

Mansikka, O. 7.8.2015. Suomalaistutkimus haastaa ilmastopolitiikan: Keskustassa asuvalla on suurin hiilijalanjälki. Viitattu 24.8.2015.  
<http://www.hs.fi/kotimaa/a1438915439056>

Metsäkeskus. 2015. Energialaskuri. Viitattu 20.8.2015. <http://www.halko-liiteri.com/?id=170>

Metsäkustannus Oy. 2015. Tuontipuun käyttö väheni. Viitattu 16.7.2015.  
<http://www.metsalehti.fi/Metsalehti/Metsauutiset/2015/4/Tuontipuun-kaytto-vaheni-/>

Motiva Oy. 2009. Ilmalämpöpumpun energiataloudellinen käyttö. Viitattu 20.8.2015. [http://www.motiva.fi/files/3472/Ilmalampopumpun\\_energiataloudellinen\\_kaytto.pdf](http://www.motiva.fi/files/3472/Ilmalampopumpun_energiataloudellinen_kaytto.pdf)

Motiva Oy. 2012. Opas sähkön pientuottajalle 04/2012. Viitattu 26.8.2015.  
[http://www.motiva.fi/files/5724/Opas\\_sahkon\\_pientuottajalle\\_2012.pdf](http://www.motiva.fi/files/5724/Opas_sahkon_pientuottajalle_2012.pdf)

Motiva Oy. 2014a. Kaukolämpö. Viitattu 8.7.2015. <http://www.motiva.fi/kaukolampo>

Motiva Oy. 2014b. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi. Viitattu 22.6.2015. [http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten\\_energiatehokkuusdirektiivi](http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/rakennusten_energiatehokkuusdirektiivi)

Motiva Oy. 2015a. Rakennusjätteiden kierrätys ja hyötykäyttö. Viitattu 13.7.2015. [http://www.motiva.fi/toimialueet/materiaalitehokkuus/materiaalitehokkuuden\\_edistaminen\\_kunnissa/materiaalitehokas\\_talorakentamisen/rakennusjatteiden\\_kierratys\\_ja\\_hyotykaytto](http://www.motiva.fi/toimialueet/materiaalitehokkuus/materiaalitehokkuuden_edistaminen_kunnissa/materiaalitehokas_talorakentamisen/rakennusjatteiden_kierratys_ja_hyotykaytto)

Motiva Oy. 2015b. Uusiutuva energia Suomessa. Viitattu 3.8.2015.  
[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/uusiutuva\\_energia\\_suomessa](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa)

Motiva Oy. 2015c. Aurinkokeräimet. Viitattu 20.8.2015. [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet)

Motiva Oy. 2015d. Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. Viitattu 20.8.2015. [http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu\\_tukilammityslahteenä](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu_tukilammityslahteenä)

Motiva Oy. 2015e. Ilma-vesilämpöpumppu, UVLP. Viitattu 20.8.2015.  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu\\_uvlp](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp)

MTV. 2006. Sulvan kylä Mustasaassa – Suomen paras asuinalue? Viitattu 27.6.2015. <http://www.mtv.fi/lifestyle/koti/artikkeli/sulvan-kyla-mustasaassa-suomen-paras-asuinalue/3224958>

Museovirasto. 2009. Söderfjärdenin viljely- ja kylämaisema. Viitattu 28.6.2015. [http://www.rky.fi/read/asp/r\\_kohde\\_det.asp?KOHDE\\_ID=2041](http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.asp?KOHDE_ID=2041)

Nummi, P. 2015. G 20 Talman osayleiskaava. Viitattu 20.7.2015. [http://www.sipoo.fi/fi/palvelut/asuminen\\_ja\\_rakentaminen/kaavoitus/yleiskaavat/talman\\_osayleiskaava](http://www.sipoo.fi/fi/palvelut/asuminen_ja_rakentaminen/kaavoitus/yleiskaavat/talman_osayleiskaava)

Oy WatMan Ab. 2008. Jätevesien puhdistustekniikan valinta. Viitattu 2.7.2015. [http://www.pienpuhdistamo.fi/puhdistustekniikan\\_valinta.htm](http://www.pienpuhdistamo.fi/puhdistustekniikan_valinta.htm)

Paikallissanomat. 2010. Yhteisö, palvelut ja vapaa-ajan harrastukset. Viitattu 2.7.2015. [http://www.valokaista.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122:ihmiset-ja-elaemaenmeno&catid=94:koto-ihmiset-ja-elaemaenmeno&Itemid=169](http://www.valokaista.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=122:ihmiset-ja-elaemaenmeno&catid=94:koto-ihmiset-ja-elaemaenmeno&Itemid=169)

Palonen, N. n.d. Hirsikehikon siirtäminen asuinrakennukseksi. Viitattu 18.7.2015. [http://www.trkk.fi/sites/default/files/attachments/hirsikehikko\\_Palonen30.pdf](http://www.trkk.fi/sites/default/files/attachments/hirsikehikko_Palonen30.pdf)

Pesola, A., Vehviläinen, I. & Virtanen, E. 2011. Energiaskenaarioiden järjestelmävaikutukset rakennuskantaan. Viitattu 10.6.2015. <http://www.ara.fi/download/noname/%7BD15851E5-8E5A-4598-9236-58FD964B23E6%7D/23788>

Pistoke Oy. n.d. Energialaskuri. Viitattu 7.8.2015. <http://www.pistoke.fi/energialaskuri>

Porvoon alueellisen jätelautakunnan jätehuoltomääräykset 1.1.2015. Viitattu 18.8.2015. <http://www.iuj.fi/Upload/PORVOON%20ALUEELLISEN%20J%C3%84TELAUTAKUNNAN%20J%C3%84TEHUOLTOM%C3%84J%C3%84YKSET%201%201%202015.pdf>

Poutiainen, T. 2013. Rakennusjätteen vähentäminen ja hyödyntäminen korjausrakentamisessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Rakentamisen koulutusohjelma. Insinöörityö. Viitattu 31.8.2015. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62381/poutiainen\\_taija.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62381/poutiainen_taija.pdf?sequence=1)

Puuinfo Oy. n.d.a. Puun käyttöä voidaan huomattavasti lisätä. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-resurssitehokkuus/puun-k%C3%A4ytt%C3%B6%C3%A4-voidaan-lis%C3%A4t%C3%A4>

Puuinfo Oy. n.d.b. Puurakentaminen ja ekologinen kestävyys. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/node/1505>

Puuinfo Oy. n.d.c. Puu tuotetaan kestävästi. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-resurssite-hokkuus/puu-tuotetaan-kest%C3%A4v%C3%A4sti>

Puuinfo Oy. n.d.d. Puurakenteissa hiili säilyy pitkään. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-resurssite-hokkuus/puurakenteissa-hiili-s%C3%A4ilyy-pitk%C3%A4n>

Puuinfo Oy. n.d.e. Puuhun sitoutuu hiiltä. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-resurssite-hokkuus/puuhun-sitoutuu-hiilt%C3%A4>

Puuinfo Oy. n.d.f. Lujaa puuta pohjoiselta havumetsävyöhykkeeltä. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/lujaa-puuta-pohjoiselta-havumets%C3%A4vy%C3%B6hykkeelt%C3%A4>

Puuinfo Oy. n.d.g. Puurakentamisen taloudellinen kestävyys. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/node/1518>

Puuinfo Oy. n.d.h. Puurakentamisen sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/node/1519>

Puuinfo Oy. n.d.i. Puutuotteiden valmistus jopa tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa. Viitattu 17.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-resurssitehokkuus/puutuotteiden-valmistus-tuottaa-enemm%C3%A4n-energiaa-kuin>

Puuinfo Oy. 2011. Rakentamisen ympäristövaikutuksilla suuri yhteiskunnallinen merkitys. Viitattu 12.6.2015. <http://www.puuinfo.fi/tiedote/rakentamisen-ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutuksilla-suuri-yhteiskunnallinen-merkitys>

Puuinfo Oy. 2012. Seinäjoen Kitinojan perinnekylä. Viitattu 25.5.2015. <http://www.puuinfo.fi/sein%C3%A4joen-kitinojan-perinnekyl%C3%A4>

Puuinfo Oy. 2014. Hirsitalojen markkinaosuus tasaisessa kasvussa. Viitattu 10.7.2015. <http://www.puuinfo.fi/tiedote/hirsitalojen-markkinaosuus-tasaisessa-kasvussa>

Puurunen, H. 2000. Korjauskortisto: Hirsirakennuksen siirto. Viitattu 15.6.2015. <http://www.nba.fi/fi/File/2125/korjauskortti-17.pdf>

Pyykkö, J. 2015. Energiatehokkuus ei riitä – tarvitaan uusi käsite – nolla-energiatalosta nollapäästötaloon. Viitattu 9.7.2015. [http://www.ekoina.fi/?page\\_id=242](http://www.ekoina.fi/?page_id=242)

Pöntinen, P. 2015. Energiansäästö: Perinteinen hirsitalo ei saa kohta rakennuslupaa. Viitattu 16.7.2015. <http://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/energiansaasto-perinteinen-hirsitalo-ei-saa-kohta-rakennuslupaa/?sha-red=71324-155d6ee0-500>



Rakennusparkki. 2014. Puurakentamisella voidaan hidastaa ilmastomuutosta. Viitattu 9.6.2015. <http://www.uudisrakentaminen.victoriamedia.info/?p=129>

Rakennusteollisuus RT ry. n.d.a. Rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat direktiivit. Viitattu 21.7.2015. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto-ja-energiapolitiikka/Energiatehokkuus-suunnitteluvaiheessa/>

Rakennusteollisuus RT ry. n.d.b. Resurssitehokas toiminta säästää kustannuksia ja luonnonvaroja. Viitattu 21.7.2015. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Yhteistyotahot-ja--ohjelmat/>

Rakennusteollisuus RT ry. n.d.c. Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö. Viitattu 21.7.2015. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Jatedirektiivi-ja-lainsaadannon-kokonaisuudistus/>

Rakennusteollisuus RT ry. n.d.d. Kansallinen materiaalitehokkuusohjelma tähtää kestäväan kasvuun. Viitattu 21.7.2015. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Kansallinen-materiaalitehokkuusohjelma/>

Rakennusteollisuus RT ry. n.d.e. Rakentamisen materiaalitehokkuuden toimenpideohjelma. Viitattu 21.7.2015. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Rakentamisen-materiaalitehokkuuden-toimenpideohjelma/>

Rakennusteollisuus RT ry, Talotekniikkateollisuus ry & Ympäristöministeriö. 2015. FInZEB-hankkeen keskeiset johtopäätökset. Viitattu 19.7.2015. [http://finzeb.fi/wp-content/uploads/2015/02/FInZEB\\_yhteenveto\\_final.pdf](http://finzeb.fi/wp-content/uploads/2015/02/FInZEB_yhteenveto_final.pdf)

Rakentaja.fi. 2013. Korjausrakentamisen ja remontoinnin energiamääräykset. Viitattu 9.7.2015. [http://www.rakentaja.fi/artikkelit/10228/korjausrakentamisen\\_ja\\_remontoinnin\\_energiamaaraykset.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/10228/korjausrakentamisen_ja_remontoinnin_energiamaaraykset.htm)

Rantajärvi, L. 2014. Rakennusmateriaalilla on väliä. Suomen ympäristökeskus. Ympäristö-lehti 3/2013. Viitattu 16.7.2015. Saatavissa: [http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparistolehti/2013/Rakennusmateriaaleilla\\_on\\_valia%2828190%29](http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparistolehti/2013/Rakennusmateriaaleilla_on_valia%2828190%29)

Rautelin, M. 2010. Hirsirakennuksen purku, siirto ja uudelleenpystytys. Kaajan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 15.6.2015. [http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/16130/Rautelin\\_Maiju.pdf?sequence=1](http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/16130/Rautelin_Maiju.pdf?sequence=1)

Rinne, H. 2009. Arkkitehtuurin historiaa – 1900-luku. Viitattu 15.6.2015. <http://www.perinnemestari.fi/index.php?id=64&id2=180&id3=184>



Rinne, H. 2010. Perinnemestarin remonttikirja. Helsinki: WSOY.

Ruuska, A. 2013. Life-cycle environmental impacts of a standard house and three log house cases – A comparison of a typical Finnish house and three ecological log house designs with alternative external wall thicknesses. Viitattu 15.7.2015. [http://www.hirsikoti.fi/assets/images/Tutkimukset/VTT/VTT\\_julkaisu\\_Life\\_cycle\\_environmental\\_impacts\\_of...\\_2014.pdf](http://www.hirsikoti.fi/assets/images/Tutkimukset/VTT/VTT_julkaisu_Life_cycle_environmental_impacts_of..._2014.pdf)

Räfsbäck, B. n.d. Projekt Stundars bostadsområde. Julkaisematon. Viitattu 2.7.2015.

Saatsi, P. 2014. Perinteisen hirsitalon ilmanvaihto. Julkaisussa Bergman-Robertz, B. (toim.) Peremmälle! – Ihana koti kunnostetussa vanhassa talossa. Porvoo: Painotalo tt-urex, 22–23. Viitattu 26.8.2015. [http://www.skvl.fi/files/4157/Rakennusperinnejulkaisu\\_2015.pdf](http://www.skvl.fi/files/4157/Rakennusperinnejulkaisu_2015.pdf)

SAFA. n.d.a. Energiatehokas ja ekologisesti kestävä rakennus. Viitattu 9.7.2015. [https://www.safa.fi/fin/safa/kestavan\\_suunnittelun\\_sivusto\\_-\\_eko-boxi/energiatehokas\\_ja\\_ekologisesti\\_kestava\\_rakennus/](https://www.safa.fi/fin/safa/kestavan_suunnittelun_sivusto_-_eko-boxi/energiatehokas_ja_ekologisesti_kestava_rakennus/)

SAFA. n.d.b. Uusiutuvat energiamuodot rakennetussa ympäristössä –muistilista. Viitattu 7.8.2015. <http://eko-boxi.safa.fi/eko-boxi/uusiutuvat-energiamuodot-rakentamisessa/suunnittelijan-muistilista/>

Sipoon kunta. 2015. G 20 Talman osayleiskaava. Viitattu 20.7.2015. [http://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/2011\\_keke/yleiskaavat/talma/oikaistu\\_oyk/g20\\_talma\\_oyk\\_kaavakartta\\_oikaistu\\_hyv\\_valtuusto\\_20150615.pdf](http://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/2011_keke/yleiskaavat/talma/oikaistu_oyk/g20_talma_oyk_kaavakartta_oikaistu_hyv_valtuusto_20150615.pdf)

Sireni, M. n.d. Haja-asutus ei jaa mielipiteitä Itä-Suomessa. Viitattu 12.6.2015. <http://www.yss.fi/journal/haja-asutus-ei-jaa-mielipiteita-ita-suomessa/>

Sita Suomi Oy. n.d. Kohti kiertotaloutta – askeleita Suomen menestykselle. Viitattu 18.8.2015. <http://sitaatti.sita.fi/kohti-kiertotaloutta-%E2%88%92-askeleita-suomen-menestykselle/>

Soininvaara, O. 4.3.2012. Kaupunkilaisen ja maalaisen hiilijalanjälki. Viitattu 27.8.2015. <http://www.soininvaara.fi/2012/03/04/kaupunkilaisen-ja-maalaisen-hiilijalanjalki/>

Soininvaara, O. 10.8.2015. Vähän perehtyneempi arvio Ottelinin tutkimuksesta. Viitattu 27.8.2015. <http://www.soininvaara.fi/2015/08/10/vahan-perehtyneempi-arvio-ottelinin-tutkimuksesta/>

Solf. n.d. Söderfjärden. Viitattu 28.6.2015. <http://www.solf.fi/fi/historia-2/soderfjarden/>

Solf 2015–2025 – Solf Landsbygds Framtid. 2015. Viitattu 27.6.2015.  
[http://issuu.com/solfsulva/docs/solf\\_2015-2025\\_webb](http://issuu.com/solfsulva/docs/solf_2015-2025_webb)

Suomen Kuntaliitto. 2014. Paikallisagenda. Viitattu 26.6.2015.  
<http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ymparisto/kestava-kehitys/paikallisagenda/Sivut/default.aspx>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. 2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Tampere: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.

Suomen Salaojakeskus Oy. n.d. Jätevesijärjestelmien vertailu kannattaa. Viitattu 25.8.2015. <http://hajavesihanke.sskoy.fi/index.php?id=382>

Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto. n.d.a. Vedettömät ja vähävetiset käymälät. Viitattu 18.8.2015. [http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/vedettomat\\_vahavetiset\\_kaymalat.html](http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/vedettomat_vahavetiset_kaymalat.html)

Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto. n.d.b. Jätevedenkäsittelyn vaihtoehdot. Viitattu 3.8.2015. [http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/jatevedenkäsittelyn\\_vaihtoehdot.html](http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/jatevedenkäsittelyn_vaihtoehdot.html)

Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto. n.d.c. Naapureiden tai kylän yhteinen jätevesijärjestelmä. Viitattu 17.8.2015. <http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/yhteisratkaisut.html>

Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto. n.d.d. Pesuvesien käsittely. Viitattu 26.8.2015. [http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/pesuvesien\\_käsittely.html](http://www.vesiensuojelu.fi/jatevesi/pesuvesien_käsittely.html)

Suomen YK-liitto. n.d.a. Kulttuurinen kestävä kehitys. Viitattu 26.6.2015. <http://www.ykliitto.fi/yk70v/kulttuurinen>

Suomen YK-liitto. n.d.b. Post 2015 – uudet kestävän kehityksen tavoitteet. Viitattu 26.6.2015. <http://www.ykliitto.fi/yk70v/yk/kehitys/post-2015>

Suomen YK-liitto. 2015. Mikä kestävä kehitys? Viitattu 26.6.2015. <http://www.ykliitto.fi/vaikuttamistyo/pallonkutistajat-kestavamman-tulevaisuuden-puolesta/mika-kestava-kehitys>

Suomen ympäristökeskus. n.d. Hiilinieluista huolehtiminen. Viitattu 23.6.2015. <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/7c821f90-9605-4f9d-827b-894301c1e009/hiilinieluista-huolehtiminen.html>

Suomirakentaa.fi. 2013. Seitsemän kymmenestä lomarakentajasta päätyy hirteen. Viitattu 18.7.2015. <http://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/ulkoiseinaet-ja-julkisivut/hirsirakentaminen>

Sähköala.fi. 27.5.2011. ET odottaa hajautetun sähköntuotannon lisääntyvän voimakkaasti. Viitattu 26.8.2015. [http://www.sahkoala.fi/koti/aurinkoenergia\\_ja\\_tuulivoima/fi\\_FI/sahkon\\_pientuotanto/](http://www.sahkoala.fi/koti/aurinkoenergia_ja_tuulivoima/fi_FI/sahkon_pientuotanto/)

Tiihonen, A. 2011. Asumisväljyys lisääntyy hitaasti. Viitattu 11.6.2015. [http://www.stat.fi/tup/vl2010/art\\_2011-10-18\\_001.html](http://www.stat.fi/tup/vl2010/art_2011-10-18_001.html)

Tilastokeskus. 2013. Yksinasuvien määrä kasvoi 17 000:lla vuonna 2012. Viitattu 11.6.2015. [http://www.stat.fi/til/asas/2012/asas\\_2012\\_2013-05-22\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asas/2012/asas_2012_2013-05-22_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2014. Liitetaulukko 2. Asuntokunnat asumisväljyyden mukaan 31.12.2014, maakunnittain. Viitattu 11.6.2015. [http://www.stat.fi/til/asas/2014/asas\\_2014\\_2015-05-26\\_tau\\_002\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asas/2014/asas_2014_2015-05-26_tau_002_fi.html)

Tmi Hämeen Polttopuu. 2012. Tuotteet ja hinta. Viitattu 20.8.2015. <http://www.hameenpolttopuu.fi/products.html>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. VNS 2/2013 vp. Viitattu 11.6.2015. [http://www.tem.fi/files/36730/Energia-ja\\_ilmastostrategia\\_2013\\_SUOMENKIELINEN.pdf](http://www.tem.fi/files/36730/Energia-ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014a. Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Viitattu 11.6.2015. [http://www.tem.fi/files/42599/Energia-ja\\_ilmastotiekartta\\_2050.pdf](http://www.tem.fi/files/42599/Energia-ja_ilmastotiekartta_2050.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014b. Metsäalan strateginen ohjelma. Viitattu 15.7.2015. [https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset\\_ohjelmat\\_ja\\_karkihankkeet/metsaalan\\_strateginen\\_ohjelma/ohjelma?v\\_114439=238468](https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset_ohjelmat_ja_karkihankkeet/metsaalan_strateginen_ohjelma/ohjelma?v_114439=238468)

Uhoo-uutiset. 2012a. Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan. Viitattu 28.6.2015. <http://www.uhoo.fi/koto-etelapohjalaiseen-kulttuurimaisemaan/>

Uhoo-uutiset. 2012b. Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan II. Viitattu 28.6.2015. <http://www.uhoo.fi/koto-etelapohjalaiseen-kulttuurimaisemaan-ii/>

Ukkola, J. 2010. Puun poltto ei pysäytäkään ilmastonmuutosta. Viitattu 1.8.2015. <http://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/puun-poltto-ei-pysaytakaan-ilmastonmuutosta/>

UNRIC. n.d. Kokoukset, sopimukset ja keskeiset asiakirjat. Viitattu 26.6.2015. <http://www.unric.org/fi/component/content/article/18-humanitarian-affairs/26125-kokoukset-sopimukset-ja-keskeiset-asiakirjat>

Uudenmaan liiton karttapalvelu. n.d. Itä-Uudenmaan maakuntakaava. Viitattu 20.7.2015. <http://kartta.uudenmaanliitto.fi/maakuntakaavat/?x=402454&y=6696096&zoom=4&lang=fi&layers=0-1>

Vaasan seudun jätelautakunta. 2015. Vaasan seudun jätehuoltomääräykset 1.5.2015. Viitattu 3.7.2015. <http://www.stormossen.fi/documents/key20150703111946/esitteet/Vaasan%20seudun%20j%E4tehuoltom%E4%E4r%E4ykset%201.5.2015.pdf>

Vaasan Vesi. 2015. Pättin puhdistamo. Viitattu 3.7.2015. [http://www.vaa-sanvesi.fi/Suomeksi/Esittely/Pattin\\_puhdistamo](http://www.vaa-sanvesi.fi/Suomeksi/Esittely/Pattin_puhdistamo)

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. 10.3.2011. Viitattu 24.8.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209>

Valtioneuvoston kanslia ja valtiovarainministeriö. 2013. Kuntasanasto. Viitattu 2.9.2015. <https://mot.kielikone.fi/mot/valter/net-mot.exe?Opt=256&ListWord=%40%40yhdyskuntarakenne+WITH+LANG%3Dfi&SearchWord=kunnallinen+liikelaitos&dic=8&page=results&UI=fiva2>

Valtioneuvoston periaatepäätös. 20.3.2014. Kulttuuriympäristöstrategia 2014-2020. Viitattu 23.6.2015. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43197/Kulttuuriymp%C3%A4rist%C3%B6strategia\\_2014.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43197/Kulttuuriymp%C3%A4rist%C3%B6strategia_2014.pdf?sequence=1)

Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta. 2008. Viitattu 16.6.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto\\_ja\\_kaavoitus/Maankayton\\_suunnitteluja\\_rjestelma/Valtakunnalliset\\_alueidenkayttotavoitteet](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnitteluja_rjestelma/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet)

Veräjänkorva, A. 2011. Hirsirakentaminen osoittautumassa mainettaan ekologisemmaksi. Viitattu 18.7.2015. [http://yle.fi/uutiset/hirsirakentamisen\\_osoittautumassa\\_mainettaan\\_ekologisemmaksi/5385720](http://yle.fi/uutiset/hirsirakentamisen_osoittautumassa_mainettaan_ekologisemmaksi/5385720)

Villanen, H. 2013. Päätöksenteko ja analyttinen hierarkiaproessi, AHP. Viitattu 7.8.2015. [http://www.prosessitaito.fi/Paatoksen\\_teko\\_AHPn\\_avulla.pdf](http://www.prosessitaito.fi/Paatoksen_teko_AHPn_avulla.pdf)

Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Moreeni.

Välimäki, P. 2006. Rakentamisessa huomioitavat ympäristönäkökohdat. Viitattu 12.6.2015. [http://www.paulivalimaki.net/puheita/rakentamisen\\_ja\\_ymparisto.pdf](http://www.paulivalimaki.net/puheita/rakentamisen_ja_ymparisto.pdf)

Westenergy Oy Ab. n.d. Westenergy Oy Ab. Viitattu 3.7.2015. <http://www.westenergy.fi/?l=fi&p=7&text=Westenergyst%C3%A4>

Wikipedia. 2015. Kitinoja. Viitattu 22.5.2015. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kitinoja>

Yao, R. 2013. Sustainability in the Built Environment. Teoksessa Yao, R. (ed.) Design and Management of Sustainable Built Environments. London: Springer, 1-22.

Yara Suomi Oy. n.d. Metsänlannoitusopas. Viitattu 17.7.2015. [http://www.farmit.net/sites/default/files/YARA\\_Metsalannoitusopas.pdf](http://www.farmit.net/sites/default/files/YARA_Metsalannoitusopas.pdf)

Ympäristöministeriö. 2007. Korjausrakentamisen strategia 2007–2017 – Linjauksia olemassa olevan rakennuskannan ylläpitoon ja korjaamiseen. Viitattu 15.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Ohjelmat\\_ja\\_strategiat/Korjausrakentamisen\\_strategia](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/Ohjelmat_ja_strategiat/Korjausrakentamisen_strategia)

Ympäristöministeriö. 2011. Uudet rakentamisen energiamääräykset annettu. Viitattu 19.7.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet\\_2011/Uudet\\_rakentamisen\\_energia\\_määräykset\\_ann%28900%29](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2011/Uudet_rakentamisen_energia_määräykset_ann%28900%29)

Ympäristöministeriö. 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. Viitattu 19.7.2015. [http://www.edilex.fi/data/rakentamismääräykset/D3-2012\\_S.pdf](http://www.edilex.fi/data/rakentamismääräykset/D3-2012_S.pdf)

Ympäristöministeriö. 2013a. Mitä on kestävä kehitys. Viitattu 26.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/ymparisto/kestava\\_kehitys/mita\\_on\\_kestava\\_kehitys](http://www.ym.fi/fi-FI/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys)

Ympäristöministeriö. 2013b. Kioton pöytäkirja. Viitattu 26.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Ilmastomuutoksen\\_hillitseminen/Kansainvaliset\\_ilmastoneuvottelut/Kioton\\_poytakirja](http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen/Kansainvaliset_ilmastoneuvottelut/Kioton_poytakirja)

Ympäristöministeriö. 2013c. Yhdyskuntarakenne. Viitattu 22.6.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto\\_ja\\_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne)

Ympäristöministeriö. 2013d. Olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuus. Viitattu 9.7.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Olemassa\\_olevan\\_rakennuksen\\_energiatehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Olemassa_olevan_rakennuksen_energiatehokkuus)

Ympäristöministeriö. 2013e. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset ja materiaalitehokkuus. Viitattu 16.7.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien\\_ymparistovaikutukset\\_ja\\_materiaalitehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset_ja_materiaalitehokkuus)

Ympäristöministeriö. 2013f. Rakennuksen energiatodistus. Viitattu 24.7.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Rakennuksen\\_energiatodistus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennuksen_energiatodistus)

Ympäristöministeriö. 2014a. Rakentamisen ohjaus – tavoitteena laadukas rakennettu ympäristö. Viitattu 8.7.2015. [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus)

Ympäristöministeriö. 2014b. Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. Viitattu 22.6.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus)

Ympäristöministeriö. 2015a. EU:n kestävän kehityksen politiikka. Viitattu 26.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kehitys/Euroopan\\_kestavan\\_kehityksen\\_työ](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kehitys/Euroopan_kestavan_kehityksen_työ)

Ympäristöministeriö. 2015b. Kansallinen kestävän kehityksen strategia uudistettiin. Viitattu 26.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kehitys/Kansallinen\\_kestavan\\_kehityksen\\_strategia](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kehitys/Kansallinen_kestavan_kehityksen_strategia)

Ympäristöministeriö. 2015c. Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumus. Viitattu 26.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kehitys/Kestavan\\_kehityksen\\_yhteiskuntasitoumus/Kestavan\\_kehityksen\\_yhteiskuntasitoumus%2810597%29](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kehitys/Kestavan_kehityksen_yhteiskuntasitoumus/Kestavan_kehityksen_yhteiskuntasitoumus%2810597%29)

Ympäristöministeriö. 2015d. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet. Viitattu 17.6.2015. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto\\_ja\\_kaavoitus/Maankayton\\_suunnittelujarjestelma/Valtakunnalliset\\_alueidenkayttotavoitteet](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet)

Ympäristöministeriö. 2015e. Maankäytön suunnittelun ohjaus – tavoitteena hyvinvoiva elinympäristö. Viitattu 24.6.2015. [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Maankayton\\_suunnittelun\\_ohjaus](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/Maankayton_suunnittelun_ohjaus)

Ympäristöministeriö. 2015f. Kiertotalous. Viitattu 18.8.2015. [http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Vihrea\\_kasvu/Kiertotalous](http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Vihrea_kasvu/Kiertotalous)

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Annettu Helsingissä 27. päivänä helmikuuta 2013. Viitattu 9.7.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Energiatehokkuus\\_huomioon\\_luvanvaraisess%283871%29](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess%283871%29)

## HAASTATTELUT

Båsk, Peter. Intendentti. Stundars. Haastattelu 12.6.2015.

Hautamäki, Taina. Entinen projektipäällikkö. Koto eteläpohjalaiseen kulttuurimaisemaan -hanke. Haastattelu 1.6.2015.

Kitinoja, Alpo. Asukas. Kitinoja. Haastattelu 1.6.2015.

Kitinoja, Keijo. Puheenjohtaja. Kitinojan kyläseura. Haastattelu 1.6.2015.

Räfsbäck, Brage. Entinen asuntosihteeri. Mustasaaren kunta. Haastattelu 12.6.2015.

Vesanen, Jari. Talonpoikaiskulttuurisäätiön hallituksen varajäsen. Haastattelu 7.7.2015.

Widgren, Mika. Rakentaja. Kitinojan perinnekylä. Haastattelu 1.6.2015.

# ANALYYTTISESSÄ HIERARKIAPROSESSISSA KÄYTETYT TIEDOT PÄÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINNASSA

Taulukko 1. Web-HIPRE-ohjelmaan syötetyt tiedot päälämmitysjärjestelmistä.

Vaihtoehto	CO <sub>2</sub> -päästöt	Maise-man-muutos	Investointi-kustannukset	Käyttö-kust.	Toiminta-varmuus	Huollon-tarve
Keskitetty (kauko-lämpö)	220 g/kWh	0,35	11 400 €/ta-lous	101,4 €/MWh	0,4	0,4
Alueellinen hake/pel-letti	30 g/kWh	0,1	21 900 €/ta-lous	43,2 €/MWh	0,3	0,1
Kiinteistö-kohtainen maalämpö	120 g/kWh	0,35	21 700 €/ta-lous	42 €/MWh	0,15	0,4
Kiinteistö-kohtainen hake/pel-letti	30 g/kWh	0,2	21 900 €/ta-lous	43,2 €/MWh	0,15	0,1

Suomen Arkkitehtiliiton (n.d.b.) mukaan kaukolämmön hiilidioksidipäästöt ovat Suomessa keskimäärin 220 grammaa, pelletin sekä hakkeen noin 30 grammaa ja maalämmön noin 120 grammaa tuotettua kilowattituntia kohden.

Keskitetty ratkaisu ei aiheuta kyläalueelle maisemanmuutosta, joten se sai arvon 0,35. Kiinteistökohtainen maalämpö sai saman arvon, sillä sen vaikutukset maisemaan ovat olemattomat, koska lämmönkeräysputket kulkevat maan alla. Alueellisen hake- tai pellettilämpölaitoksen koettiin aiheuttavan eniten muutosta maisemassa, kun taas kiinteistökohtainen hake- tai pellettikattila ei näy maisemassa. Niinpä alueellinen ratkaisu sai arvon 0,1 ja kiinteistökohtainen hake- tai pellettilämmitys arvon 0,2.

Investointikustannukset laskettiin Bioenergiapörssin (2015) lämmityslaskurin avulla. Vuotuinen lämpöenergian tarve laskettiin Pisto Oy:n (n.d.) energialaskurin avulla. Lämpöenergian kokonaistarpeeksi tuli laskurin mukaan 39 000 kilowattituntia vuodessa. Keskitetyn ratkaisun investointikustannuksia ovat kaukolämpöverkostoon liittyminen sekä lämmönvaihdin. Alueellisen ratkaisun investointikustannukseksi laskettiin hake- ja pellettilämpölaitoksen hintojen mediaani. Lämmityslaskurin mukaan hakelämmityksen investointikustannukset ovat 29 200 euroa. Laskurissa hakelämmitys on luultavasti laskettu yhdelle taloudelle, joten alueellisen lämpölaitoksen rakentamisen kokonaiskustannuksia ja laitoksen suuren koon tuomia taloudellisia etuja ei ole otettu huomioon. Pellettilämmityksen investointikustannukset ovat 14 600 euroa, ja myös pellettilämmitys on luultavasti laskettu yhdelle taloudelle. Aluelämpölaitoksen kannattavuus tulisi laskea tapauskohtaisesti, ja sen kannattavuuteen vaikuttavat muun muassa lämmitettävien rakennusten määrä, alueen koko sekä tarvittavan lämpöverkon pituus.



Tässä tutkimusosiossa suurin epävarmuustekijä on aluelämpökeskuksen tiedoissa, koska tietoja oli hankala löytää. Kiinteistökohtaisissa ratkaisuisa käsiteltiin hake- ja pellettilämmitystä sekä maalämpöä. Maalämpöjärjestelmän investointikustannuksiin vaikuttaa se, hankitaanko lämpö vaakaputkistolla vai lämpökaivolla ja jaetaanko lämpö taloon lattialämmityksen vai patteriverkon kautta. Lämmityslaskurin mukaan eri maalämpövaihtoehtojen hinta vaihtelee noin 19 600–23 800 euron välillä (mediaani 21 700 €). Hake- ja pellettilämmityksen investointikustannusten vaihteluvälistä (pelletti 14 600 €, hake 29 200 €) laskettiin mediaani (21 900 €).

Keskitetyn lämmöntuotantojärjestelmän käyttökustannukset ovat keskiarvoltaan koko Suomessa 96,37 euroa megawattitunnilta (Energiateollisuus ry 2015). Alueellisen vaihtoehdon käyttökustannuksiin laskettiin hakkeen ja pelletin hinta megawattituntia kohden. Hake maksaa Bioenergiapörssin lämmityslaskurin mukaan 18,28 €/MWh ja pelletti 52,6 €/MWh. Näiden mediaani on 35,44 €/MWh. Maalämpöpumppu tuottaa enemmän lämpöä kuin kuluttaa sähköä. Sen hyötysuhde on noin kolme, riippuen lämmönkeräys- ja jakotavasta. Sähkön hinta on Bioenergiapörssin lämmityslaskurin mukaan 126 €/MWh. Vaihtoehtojen käyttökustannukset laskettiin ottamalla huomioon lämmöntuotantotavan hyötysuhde, eli polttoaineen hinta jaettiin sen hyötysuhteella (taulukko 2). Hyötysuhdetiedot saatiin Bioenergiapörssin lämmityslaskurista. Maalämmön polttoaineen eli sähkön käyttökustannukset ovat 126 €/MWh. Kiinteistökohtaisen hakkeen ja pelletin käyttökustannuksiksi laskettiin näiden mediaani (35,4 €/MWh).

Taulukko 2. Lämmitysvaihtoehtojen käyttökustannukset, kun huomioon otettiin niiden hyötysuhteet.

Lämmitystapa	Hyötysuhde	Polttoaineen hinta	Lämmityksen käyttökustannukset
Hake/pelletti	0,82	35,4 €/MWh	$35,4/0,82 = 43,2$ €/MWh
Maalämpö	3	126 €/MWh	$126/3 = 42$ €/MWh
Kaukolämpö	0,95	96,37 €/MWh	$96,37/0,95 = 101,4$ €/MWh

Toimintavarmuudeltaan parhaaksi ratkaisuksi arvioitiin keskitetty ratkaisu, koska kaukolämpöjärjestelmässä on hyvin vähän käyttökatoja. Sen jälkeen varmimmaksi arvioitiin alueellinen ratkaisu, ja epävarmimmaksi kiinteistökohtaiset ratkaisut. Kiinteistökohtaisista vaihtoehdoista maalämpö arvioitiin yhtä toimintavarmaksi kuin hake- tai pellettilämmitys, sillä hake- ja pellettilämmitys on riippuvainen käyttäjän toimeliaisuudesta, kun taas maalämpö on riippuvainen sähkön saatavuudesta.

Keskitetty ratkaisu ei aiheuta asuinalueen asukkaille juuri mitään huoltorasitteita (Energiateollisuus ry 2007). Alueellinen ratkaisu taas vaatii paljon työtä ja tarkkailua. Kiinteistökohtaisen hake- tai pellettikattilan huollontarve on alueellisen vaihtoehdon tapaan melko suuri, kun taas kiinteistökohmainen maalämpö ei aiheuta käyttäjälleen työtä.

ANALYYTTISESSÄ HIERARKIAPROSESSISSA KÄYTETYT TIEDOT  
TUKILÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINNASSA

Taulukko 1. Web-HIPRE-ohjelmaan syötetyt tiedot tukilämmitysjärjestelmistä.

Vaihtoehto	Hiilidi- oksidi- päästöt	Maise- man- muutos	Päästösääs- töt	Investointi- kustannukset	Käyttö- kustan- nukset	Säästöt sähkö- laskussa	Toi- minta- varmuus	Huollon- tarve
Sähkö	117,5 g/kWh	1	0 g/kWh	2 055 €	126 €/MWh	0 €/MWh	0,9	1
Ekosähkö	22,5 g/kWh	1	95 g/kWh	2 055 €	126 €/MWh	0 €/MWh	0,9	1
Aurinko- lämpö	10 g/kWh	0,4	107,5 g/kWh	4 500 €	0 €/MWh	126 €/MWh	0,2	0,3
Ilma-ilmalp	80 g/kWh	0,2	37,5 g/kWh	2 000 €	42 €/MWh	84 €/MWh	0,6	0,3
Ilma-vesilp	67 g/kWh	0,2	50,5 g/kWh	10 500 €	42 €/MWh	66 €/MWh	0,6	0,6
Varaava takka	15 g/kWh	1	102,5 g/kWh	3 500 €	45,5 €/MWh	80,5 €/MWh	1	0,1

Energiateollisuuden (2015) mukaan sähkön hiilidioksidipäästöjen vaihteluväli on Suomessa vuodenajasta riippuen 39–196 grammaa tuotettua kilowattituntia kohden. Vaihteluvälistä laskettiin mediaani (117,5 g/kWh), jota käytettiin vertailussa. Ekosähköä tuotetaan Suomessa tuuli-, aurinko- ja vesivoimalla sekä erilaisia biopohjaisia aineita polttamalla. Ekosähkön laskennallisiksi hiilidioksidipäästöiksi merkitään usein nolla, mutta tässä tutkimuksessa otettiin huomioon myös osa laitteiden aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä. Suomen Arkkitehtiliiton mukaan tuulivoiman hiilidioksidipäästöt ovat 10–20 grammaa kilowattituntia kohden (mediaani 15 g/kWh), aurinkovoiman 40 grammaa kilowattituntia kohden ja puupohjaisten polttoaineiden päästöt noin 30 grammaa kilowattituntia kohden. Vesivoiman hiilidioksidipäästöt taas ovat Gagnonin ja van de Vaten (1999) mukaan noin 15 grammaa kilowattituntia kohden. Näistä luvuista laskettiin mediaani (22,5 g/kWh), jota käytettiin ekosähkön hiilidioksidipäästöinä.

Aurinkolämmön päästöt ovat noin 10 grammaa, ilmalämpöpumpun keskimäärin 200–280 grammaa ja ilma-vesilämpöpumpun keskimäärin 160–240 grammaa tuotettua kilowattituntia kohden (SAFA n.d.b.). Ilmalämpöpumpun ja ilma-vesilämpöpumpun päästöjen vaihteluvälistä laskettiin mediaanit (ilmalämpöpumppu 240 g/kWh ja ilma-vesilämpöpumppu 200 g/kWh). Koska lämpöpumput tuottavat enemmän lämpöä kuin mitä ne tarvitsevat sähköä, niiden hiilidioksidipäästöt laskettiin jakamalla päästöt niiden hyötysuhteella (taulukko 2, liitesivu 2/2). Bioenergiapörssin (n.d.) mukaan ilma-vesilämpöpumpun hyötysuhde on 3. Ilma-ilmalämpöpumpun hyötysuhde taas vaihtelee Motiva Oy:n (2009) mukaan 1–5 välillä. Tästä laskettiin mediaani (3), jota laskuissa käytettiin.

Taulukko 2. Ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumppujen todelliset hiilidioksidipäästöt, kun huomioon on otettu myös niiden hyötysuhde.

Lämmitysjärjestelmä	CO <sub>2</sub> -päästöt	Hyötysuhde (COP)	CO <sub>2</sub> -päästöt
Ilma-ilmalämpöpumppu	240 g/kWh	3	$240/3 = 80 \text{ g/kWh}$
Ilma-vesilämpöpumppu	200 g/kWh	3	$200/3 = 67 \text{ g/kWh}$

Varaavassa takassa poltetun puun hiilidioksidipäästöt riippuvat laskentatavasta. Toisaalta puun polttoa pidetään hiilineutraalina, koska poltettaessa siitä vapautuu ilmakehään sama määrä hiilidioksidia kuin mitä siitä vapautuisi sen lahotessa. Puun lahoaminen kestää kuitenkin yli sata vuotta, kun taas poltettaessa puuhun sitoutunut hiilidioksidi vapautuu heti. (Luukko 2015b.) Tässä tutkimuksessa puun polton hiilidioksidipäästöjen vaihteluväliksi on valittu 0 grammaa kilowattituntia kohden sekä Suomen Arkkitehtiiliiton (n.d.b.) mukainen 30 grammaa kilowattituntia kohden. Näistä luvuista laskettiin mediaani (15 g/kWh), jota vertailussa käytettiin.

Maisemanmuutosta arvioitiin asteikolla 0-1, jossa 1 tarkoittaa vähäistä muutosta. Arvot syötettiin ohjelmaan suoran painottamisen kautta, ja sen jälkeen ne normalisoitiin. Suoran sähkön, ekosähkön ja varaavan takan ei katsottu aiheuttavan juuri lainkaan maisemanmuutosta, joten ne saivat arvon 1. Aurinkolämpö sai näkyvyytensä ja erottuvuutensa vuoksi arvon 0,4. Ilma-vesilämpöpumppu ja ilma-ilmalämpöpumppu saivat arvon 0,2. Lämpöpumput saivat huonoimman arvon, sillä ne tarvitsevat sekä sisä- että ulkoyksiköt, jotka ovat molemmat melko näkyviä.

Päästösäästöt otettiin tarkastelun kohteeksi, jotta voitaisiin vertailla kuinka suurelta määrältä hiilidioksidipäästöjä säästytettäisiin, jos tavanomaisen suoran sähkölämmityksen sijaan tukilämmitysjärjestelmänä käytettäisiin jotakin kokonaan uusiutuvaa energianlähdettä. Päästösäästöt laskettiin vähentämällä uusiutuvan energiamuodon hiilidioksidipäästöt tavanomaisen suoran sähkölämmityksen hiilidioksidipäästöistä. Esimerkiksi aurinkolämpöä käyttämällä säästytään 107,5 grammalta hiilidioksidia tuotettua kilowattituntia kohden. (Suora sähkölämmitys 117,5 g/kWh – aurinkolämpö 10 g/kWh = päästösäästöt 107,5 g/kWh.) Mitä suurempi päästösäästö lämmitysjärjestelmän käytöstä saadaan, sitä parempi.

Sähköjärjestelmään liittymisen investointikustannukset ovat Helen Oy:n (2013) mukaan 1 880–2 230 euroa (mediaani 2 055 €). Sekä tavanomaisen sähkön että ekosähkön investointikustannuksiksi merkittiin Helen Oy:n hinnastosta saadut tiedot. Motiva Oy:n (2015c) mukaan noin 8–12 neliömetrin aurinkolämpöjärjestelmän saa noin 4 000–5 000 eurolla (mediaani 4 500 €). Tämän kokoinen järjestelmä tuottaa noin 2 000–4 800 kilowattituntia vuodessa. Asennettuna ilma-ilmalämpöpumpun hinta on noin 1 500–2 500 euroa (Motiva Oy 2015d) ja ilma-vesilämpöpumpun investointikustannukset vaihtelevat noin 7 000–14 000 euron välillä (Motiva Oy 2015e). Näistä laskettiin mediaanit (2 000 € ja 10 500 €), joita käytettiin vertailussa. Varaava

takka asennettuna maksaa noin 3 500 euroa (Koivuniemi 2012).

Tavanomaisen ja ekosähkön käyttökustannuksiksi laitettiin sähkön keskimääräinen hinta Suomessa, 126 euroa megawattitunnilta (Energiavirasto n.d.). Aurinkolämmöllä käyttökustannuksia ei juurikaan synny, koska varaajan ja kiertovesipumpun sähkönkulutus on todella pientä. Lämpöpumpujen käyttö vaatii sähköä. Ne kuitenkin tuottavat enemmän lämpöä kuin mitä ne kuluttavat sähköä, joten niiden käyttökustannukset laskettiin jakamalla niiden polttoaineen eli sähkön hinta niiden hyötysuhteella (sähkön hinta 126 €/MWh / hyötysuhde 3 = käyttökustannukset 42 €/MWh). Varaavan takan käyttökustannuksiin kuuluu poltettavan puun hinta. Jos polttopuuta on omasta takaa, käyttökustannuksia ei synny. Jos puu pitää ostaa, käyttökustannuksiksi muodostuu puusta riippuen noin 80–91 euroa megawattituntia kohden (Metsäkeskus 2015; Tmi Hämeen Polttopuu 2012). Varaavan takan käyttökustannuksiksi laskettiin vaihteluvälin 0–91 euroa mediaani (45,5 €/MWh), jota käytettiin vertailussa.

Vertailua varten myös laskettiin, miten paljon rahaa sähkölaskussa säästettäisiin per megawattitunti, jos suoran sähkölämmityksen sijaan käytettäisiin jotakin muuta lämmitysjärjestelmää. Säästöt laskettiin vähentämällä tukilämmitysjärjestelmän käyttökustannuksen hinta sähkön hinnasta eli käyttökustannuksesta. Suurimmat säästöt saavutettaisiin aurinkolämmöllä, sillä sen käyttökustannukset ovat 0 euroa tuotettua megawattituntia kohden.

Toimintavarmuutta arvioitiin asteikolla 0-1, jossa 1 tarkoittaa suurta toimintavarmuutta. Toimintavarmuudeltaan varaava takka sai parhaan arvon, koska takan toimivuus on riippuvainen vain ihmisen tekemästä työstä. Tavanomainen ja ekosähkö saivat toiseksi parhaan arvon, sillä sähkökatkoja ei juuri ole kuin myrskyjen tai muiden häiriötilanteiden aikaan. Ilmalämpöpumput saivat arvon 0,6, koska sähkön lisäksi ne ovat toiminnaltaan riippuvaisia myös sääolosuhteista. Ne eivät toimi täydellä teholla esimerkiksi kovien pakkasten aikaan. Huolimaton asennus voi myös heikentää niiden toimintavarmuutta. Aurinkolämpö sai huonoimman arvon, 0,2, koska aurinгон paistamista ja sen tuoman lämmön määrää ei voida tarkasti ennustaa eikä auringon paistamiseen voida varmuudella luottaa.

Myös huoltotarvetta arvioitiin asteikolla 0-1, jossa 1 tarkoittaa vähäistä huoltotarvetta. Suoran sähkön ja ekosähkön huoltotarpeeksi arvioitiin 1, koska asukkaan itse ei juurikaan tarvitse huoltaa laitteita. Ilma-vesilämpöpumpun huoltotarpeeksi arvioitiin 0,6, sillä se tarvitsee toimiakseen sähköä ja laitteiston toiminnan pientä tarkkailua. Aurinkolämpö ja ilma-ilmalämpöpumppu saivat arvoksi 0,3, koska aurinkolämmön tasokeräimiä on talvisin harjattava esiin lumen alta ja ilma-ilmalämpöpumpun suodatin on imuroitava kerran kuukaudessa. Varaava takka sai arvon 0,1, koska se vaatii paljon työtä toimiakseen. Tämän jälkeen arvot normalisoitiin.

# ANALYYTTISESSÄ HIERARKIAPROSESSISSA KÄYTETYT TIEDOT JÄTEVEDENPUHDISTUSMENETELMÄN VALINNASSA

Taulukko 1. Web-HIPRE-ohjelmaan syötetyt tiedot jätevedenpuhdistusmenetelmistä.

Vaihtoehto	Investointikust.	Käyttökust.	Puhdistusteho P	Puhdistusteho N	Puhdistusteho org. aine	Toimintavarmuus	Huoltotarve
Keskitetty	5 250 €	480 €*	96**	33	97	0,3	0,5
Alueellinen	5 980 €	150 €	85	40	90	0,5	0,3
Kiinteistökohtainen	5 750 €	330 €*	80**	50	90	0,2	0,2

\* Pyöristetty kymmenen euron tarkkuudella.

\*\* Pyöristetty lähimpään täysilukuun.

Suomen Salaojakeskus Oy:n (n.d.) tekemän jätevesijärjestelmien vertailun mukaan kunnalliseen jäteveden puhdistusverkkoon liittyminen on investointikustannuksiltaan noin 3 000–7 500 euroa. Vaihteluvälistä laskettiin mediaani (5 250 €), jota käytettiin vertailussa. Noin 20 kiinteistön kyläpuhdistamon investointikustannukset ovat ilman avustuksia noin 6 000 euroa per kiinteistö. Viiden kiinteistön naapuripuhdistamon investointikustannukset ovat ilman avustuksia noin 5 960 euroa kiinteistöä kohden. (Heikkinen 2011.) Luvuista laskettiin mediaani (5 980 €), jota käytettiin alueellisen vaihtoehdon investointikustannuksena. Kiinteistökohtaisten ratkaisujen investointikustannusten tiedot saatiin Suomen Salaojakeskus Oy:n tekemästä jätevesijärjestelmien vertailusta. Investointikustannusten vaihteluväli oli eri kiinteistökohtaisten järjestelmien välillä 2 500–9 000 euroa. Tästä laskettiin mediaani (5 750 €), jota käytettiin vertailussa.

Kunnallisen jäteveden puhdistuksen käyttökustannukset ovat noin 450–500 euroa vuodessa (mediaani 475 €). Noin 20 kiinteistön kyläpuhdistamon käyttökustannukset ovat Heikkisen (2011) mukaan vuosittain noin 110 euroa kiinteistöä kohden ja viiden kiinteistön naapuripuhdistamon käyttökustannukset noin 190 euroa per kiinteistö. Näistä laskettiin mediaani (150 €), jota käytettiin vertailussa alueellisen ratkaisun käyttökustannuksina. Kiinteistökohtaisten jäteveden puhdistusjärjestelmien käyttökustannukset saatiin Suomen Salaojakeskus Oy:n tekemästä jätevesijärjestelmien vertailusta (n.d.) Eri järjestelmien käyttökustannukset vaihtelivat 150 eurosta 500 euroon. Vaihteluvälistä laskettiin mediaani (325 €), jota käytettiin vertailussa.

Vesilaitosyhdistyksen (n.d., 2–3) mukaan fosforin puhdistusteho kunnallisessa jätevedenpuhdistuksessa on noin 95–96 prosenttia. Orgaanisen aineen poistuma on noin 97 prosenttia ja typpeä jätevedestä saadaan puhdistettua vähintään kolmannes. Typen osalta vertailussa käytettiin arvoa 33 %. Alueellisen puhdistamon puhdistusteho laskettiin pienpuhdistamojen (aktiivilietepuhdistamon ja biologisen suodattimen) puhdistustehoista löydettyjen tietojen perusteella. Aktiivilietelaitoksen puhdistusteho on noin 80–90 prosenttia fosforin, yli 90 prosenttia orgaanisen aineen ja 40–70 prosenttia typen osalta. Biosuodattimen puhdistustehot taas ovat orgaanisen aineen

osalta yli 90 prosenttia, fosforin osalta 80–90 prosenttia ja typen osalta yli 40 prosenttia. Puhdistustehojen vaihteluväleistä laskettiin mediaanit, joita käytettiin vertailussa (fosfori 85 %, orgaaninen aine 90 % ja typpi 40 %). Kiinteistökohtaisten vaihtoehtojen puhdistustehot vaihtelivat seuraavasti: fosfori 60–99 prosenttia, typpi 30–70 prosenttia ja orgaaninen aine 90 prosenttia. Vaihteluväleistä laskettiin mediaanit (fosfori 79,5 %, typpi 50 % ja orgaaninen aine 90 %). Mediaanilukuja käytettiin vertailussa. (Suomen Saelaojakeskus Oy n.d.)

Toimintavarmuutta arvioitiin asteikolla 0–1, jossa yksi tarkoittaa hyvää toimintavarmuutta. Alueellinen vaihtoehto sai arvon 0,5. Isommissa yksiköissä puhdistustulos on yleensä häiriöttömämpi ja parempi kuin kiinteistökohtaisissa, koska jätevesikuormitus on tasaisempaa ja prosessi helpommin hallittavissa (Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto n.d.c.). Kiinteistökohtainen vaihtoehto sai arvon 0,2. Keskitetty järjestelmä sai arvon 0,3, koska se toimii pääosin erittäin hyvin, mutta esimerkiksi keväisin laitokset saattavat hule- ja sadevesien vuoksi ylikuormittua, jolloin jäteveden puhdistusteho laskee.

Huoltotarvetta arvioitiin niin ikään asteikolla 0–1, jossa yksi tarkoittaa vähäistä huollontarvetta. Keskitetty ratkaisu sai arvon 0,5, koska asukkaan ei tarvitse tehdä juuri mitään jäteveden puhdistuksen eteen, kun jätevedet kuljetetaan puhdistettavaksi laitokselle. Alueellinen vaihtoehto sai arvon 0,3, koska alueellinen puhdistuslaitos vaatii keskitettyä enemmän tarkkailua ja huoltoa. Sen huoltotarve on kuitenkin pienempi kuin kiinteistökohtaisen ratkaisun, jonka toimintaa on tarkkailtava usein. Monissa kiinteistökohtaisissa ratkaisuissa asukkaan on muun muassa lisättävä prosessiin kemikalleja tai vaihdettava laitteistoon suodattimia.